



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105209177 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 30

(21) 申请号 201480011962. 5

代理人 李强 胡斌

(22) 申请日 2014. 02. 06

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

B05C 1/08(2006. 01)

61/762, 603 2013. 02. 08 US

13/835, 253 2013. 03. 15 US

14/138, 542 2013. 12. 23 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 09. 01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/015167 2014. 02. 06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/124178 EN 2014. 08. 14

(71) 申请人 恩基科技股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 B. L. 布罗菲 S. 马苏迪 P. J. 尼曼

P. R. 贡萨尔弗斯 J. G. 希尔施

Y. S. 杨

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

权利要求书3页 说明书20页 附图13页

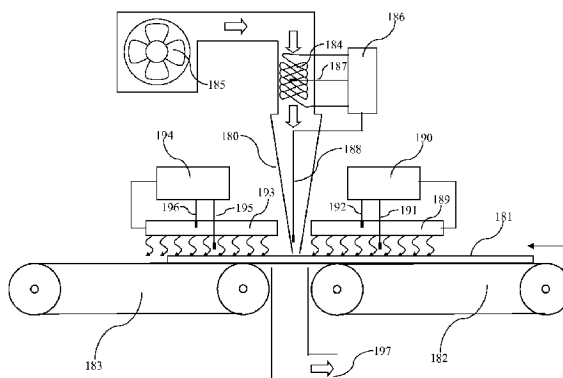
按照条约第19条修改的权利要求书2页

(54) 发明名称

涂覆和固化装置及方法

(57) 摘要

公开了包括流涂和辊涂的涂覆装置,其可用于对衬底例如玻璃、太阳能面板、窗或电子显示器的一部分涂覆均匀的溶胶凝胶涂层。本发明还公开了用于制备衬底、流涂和辊涂的方法。最后公开了用于利用高温气刀对沉淀到玻璃衬底的表面上的溶胶凝胶涂层进行表皮固化的系统和方法。



1. 一种涂覆和固化装置,包括:

组合式辊涂和固化设备的传送器系统,其中所述组合式辊涂和固化设备包括至少一个辊涂设备和至少一个固化设备,并且其中所述传送器系统适合于运输基本平整的衬底穿过所述组合式辊涂和固化设备;

处理器,其控制所述至少一个辊涂设备的工艺参数;和

所述至少一个固化设备的气刀,其中当所述平整衬底被运输穿过所述至少一个固化设备时,所述气刀适合于将被加热的空气引导至所述平整衬底的一部分上,

其中所述至少一个辊涂设备适合于对所述基本平整的衬底涂覆溶胶凝胶涂料。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述基本平整的衬底是至少部分完成的太阳能模块的一部分。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括设置在空气流中的电气元件,以便加热流过所述气刀的空气。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述空气被加热至大约300°C至1000°C之间的温度。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括空气流中的风扇,其将空气引导至所述气刀。

6. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括电子控制器,其基于来自至少一个定位在空气流中的温度传感器的读数而控制温度。

7. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括排气装置,以便从所述装置中除去被加热的空气。

8. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括连接在所述气刀的前缘上的平整板,其中所述平整板适合于与所述基本平整的衬底的顶表面形成预热室。

9. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括沿着所述传送器系统而设置在所述气刀之前的红外线发射器,其中所述红外线发射器适合于将所述基本平整的衬底加热至25°C至200°C之间的温度。

10. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括沿着所述传送器系统而设置在所述气刀之后的红外线发射器,其中所述红外线发射器适合于将所述平整的衬底保持在120°C至400°C之间的温度。

11. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述工艺参数包括至少以下其中一个:
i. 刮刀辊间距;ii. 给施料辊的压力、相对于所述基本平整的衬底所采用的施料辊间距或压力、通过所述传送器系统运输基本平整的衬底的速度、以及在反向辊涂的情况下,在所述基本平整的衬底和所述施料辊的施料表面之间的速度差异。

12. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述处理器进一步控制所述固化设备的工艺参数。

13. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,按顺序设置了多个辊涂设备和固化设备。

14. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,离开所述气刀的空气温度在大约500°C至750°C之间。

15. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述基本平整的衬底在所述传送器系统

上的速度在 0.25cm/s 至 3.5cm/s 之间。

16. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述基本平整的衬底的表面的最后温度在 150℃至 600℃之间。

17. 一种涂覆和固化方法,包括:

利用传送器系统运输有待涂覆的基本平整的衬底穿过组合式辊涂和固化设备,其中所述组合式辊涂和固化设备包括至少一个辊涂设备和至少一个固化设备;

利用所述至少一个辊涂设备对所述基本平整的衬底辊涂溶胶凝胶涂料;和

利用所述至少一个固化设备的气刀固化所述基本平整的衬底上的溶胶凝胶涂料,其中当所述传送器系统运输所述基本平整的衬底穿过所述固化设备时,所述气刀适合于将被加热的空气引导至所述基本平整的衬底的一部分上。

18. 一种通过权利要求 17 的方法而形成的涂覆溶胶凝胶的基本平整的衬底,其特征在于,所述溶胶凝胶涂料的一部分被固化,而所述溶胶凝胶涂料的不同部分仍未固化。

19. 一种调节溶胶凝胶涂层的性能的方法,包括:

利用至少一种物理分析方法确定所需的固化温度分布,从而为溶胶凝胶涂层取得特定的性能量度;

为气刀固化系统的操作参数选择设定值,从而为基本平整的衬底上的溶胶凝胶涂层取得所需的温度分布;和

利用气刀固化系统固化所述基本平整的衬底上的溶胶凝胶涂层。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,其特征在于,所述至少一个物理分析方法包括至少以下其中一种:热解重量分析、傅里叶变换红外光谱术、椭圆光度方法、纳米压痕、磨损测试、分光光度测定和水接触角测量。

21. 根据权利要求 19 所述的方法,其特征在于,所述气刀固化系统的操作参数包括至少以下其中一个:衬底速度、气刀空气流体积、气刀输出空气温度、气刀至衬底表面的开口距离、用于预热区域的温度设定点和用于后加热区域的温度设定点。

22. 根据权利要求 19 所述的方法,其特征在于,用于所述溶胶凝胶涂层的性能量度包括至少以下其中一个:硬度、耐磨度、表面能、折射率、光透率、厚度和多孔度。

23. 根据权利要求 19 所述的方法,其特征在于,还包括在固化步骤之前利用辊涂系统对所述基本平整的衬底涂覆溶胶凝胶涂层的步骤。

24. 一种通过权利要求 19 的方法而形成的涂覆溶胶凝胶的基本平整的衬底,其特征在于,所述特定的性能量度包括所述溶胶凝胶涂层的硬度,其在 0.2GPa 至 10GPa 的范围内。

25. 一种通过权利要求 19 的方法而形成的涂覆溶胶凝胶的基本平整的衬底,其特征在于,所述特定的性能量度包括测试,其中在根据规范 EN1096-2 所执行的磨损测试中经过至少 500 次冲击之后损失不超过 1% 的绝对光透率。

26. 一种通过权利要求 19 的方法而形成的涂覆溶胶凝胶的基本平整的衬底,其特征在于,所述特定的性能量度包括水接触角测试,其中所述水接触角在 60° 至 120° 的范围内。

27. 一种通过权利要求 19 的方法而形成的涂覆溶胶凝胶的基本平整的衬底,其特征在于,所述特定的性能量度包括水接触角测试,其中所述水接触角在 5° 至 30° 的范围内。

28. 一种通过权利要求 19 的方法而形成的涂覆溶胶凝胶的基本平整的衬底,其特征在于,所述特定的性能量度包括固化的溶胶凝胶涂层的折射率,其为 1.25 至 1.45。

29. 一种通过权利要求 19 的方法而形成的涂覆溶胶凝胶的基本平整的衬底,其特征在
于,所述特定的性能量度包括固化的溶胶凝胶涂层的厚度,其为 50nm 至 150nm。

30. 一种通过权利要求 19 的方法而形成的涂覆溶胶凝胶的基本平整的衬底,其特征在
于,所述溶胶凝胶涂层的牺牲成分经过挥发,从而形成了所需的多孔度。

涂覆和固化装置及方法

[0001] 相关专利的交叉引用

本申请要求享有以下申请的权益,其均通过引用而完整地结合在本文中:于 2013 年 2 月 8 日提交的美国临时专利申请 No. 61/762, 603(文档号 No. ENKI-0003-P01)、于 2013 年 3 月 15 日提交的美国专利申请 No. 13/835, 253(文档号 No. ENKI-0003-U01) 和于 2013 年 12 月 23 日提交的美国专利申请 No. 14/138, 542(文档号 No. ENKI-0006-U01)。

[0002] 于 2013 年 12 月 23 日提交的美国专利申请 No. 14/138, 542(文档号 No. ENKI-0006-U01) 是以下美国专利申请的继续部分,其均通过引用而完整地结合在本文中:于 2013 年 3 月 15 日提交的美国申请 No. 13/835, 253(ENKI-0003-U01),其要求享有于 2013 年 2 月 8 日提交的美国申请 No. 61/762, 603(ENKI-0003-P01) 的优先权。

[0003] 与联邦基金研究或发展相关的申明

本发明是在政府支持下依据由美国能源部资助的合同 DE-EE0006040 下取得的。政府在本发明中具有某些权利。

技术领域

[0004] 本公开总地涉及薄膜溶胶凝胶涂层的领域,尤其涉及位于衬底例如玻璃或太阳能面板上的涂层。

背景技术

[0005] 薄膜溶胶凝胶涂覆指利用被称为“溶胶”的湿化学配方涂覆衬底的技术,例如光学表面、窗、太阳能面板表面等等,溶胶经历了“凝胶化”过程,其在该过程中聚合以便在衬底上形成固体薄膜。这些薄膜通常经历后续的固化步骤,以增加机械强度和其它属性。这种固化通常通过加热或照射衬底和涂层来完成。薄膜溶胶凝胶涂覆是非常通用的工艺过程,其具有许多工业用途,例如在半导体晶片上形成介电层和在陶瓷上形成防水层。目前有若干种用于将湿溶胶施用于衬底上的记录在案的技术,其中某些广泛用于工业用途,其它通常局限于实验室中。工业溶胶凝胶涂覆最普遍通过浸渍、喷涂、气溶胶沉淀、旋涂、弯月面、槽-模或辊轧工艺来执行。还有若干种方法用于固化溶胶凝胶薄膜,其包括在炉中烘烤,用微波、红外线或紫外线辐射能量进行处理,以及暴露于流动的热气体下。这些方法可与或不与催化或有助于固化工艺的涂层成分协同工作。

[0006] 在浸渍涂覆工艺中,有待涂覆的衬底浸渍到包含溶胶的储槽中然后在依赖工艺的速度下将其撤回。随着衬底缓慢地从溶胶中拉出,凝胶化工艺刚好发生在表面上,并形成薄膜层。浸渍涂覆工艺天生是双面的,因为衬底的所有侧面和边缘都被涂覆。如果需要完整的溶胶覆盖范围的话,这可为有利的,如果衬底的某些部分上的涂层干扰了后面的衬底处理步骤,那么这是不利的。浸渍涂覆技术需要比衬底略大的储槽,其对于大的衬底而言意味着储槽可保持大量的溶胶。对于主要由有机溶剂组成的溶胶而言,这可能造成蒸气和易燃性危险。控制更大储槽中的溶胶的成分和品质也可为有挑战性的。浸渍在储槽中的各个新的衬底可能携带污染,其被传递给溶胶;溶胶可能随着更多的衬底被处理而在某些元素方

面被耗尽了,导致生产的薄膜中的变化。溶胶可通过在引入衬底的表面上的溶剂的蒸发而变化。

[0007] 喷涂存在许多形式,但通常可被认为是在气体射流所夹带的材料压力或雾化作用下通过喷嘴进行材料的沉淀。在所有情况下,材料跨越在喷嘴和有待涂覆的表面之间的间隙而移动。喷涂系统的目的是在很宽的衬底区域上沉淀均匀的材料层。在衬底上的溶胶凝胶涂覆的情况下,喷涂具有只将新鲜材料施用于衬底上的优点。溶剂的仔细选择和溶剂蒸发的控制需要确保正确的最终浓度的溶胶传送至衬底上。喷涂通常需要喷嘴或衬底移动,以便涂覆到某一区域上,例如衬底可移动而越过成排的固定喷嘴。

[0008] 旋涂通常用于半导体晶片加工工业和液晶显示显示面板工业中,以便将均匀的材料层施用于平整的衬底,例如硅晶片或大件玻璃的表面上。其具有与喷涂相同的优点,因为只有新鲜的材料进行沉淀。其还具有优秀的均匀性控制。通常,执行旋涂的设备倾向于复杂且维护昂贵的,因为需要精细的机械控制以取得均匀性。这随着衬底尺寸的增加而尤其如此。

[0009] 弯月面涂覆在让位于旋涂之前历史上用于半导体工业。其在 LCD 显示器工业中仍然被某些设备厂商使用。弯月面涂覆使有待涂覆的衬底在狭窄的槽上以非常近的距离穿过而构成,使得被迫穿过槽的材料与衬底形成连续的弯月面。当衬底移动穿过槽时,这个弯月面使一层材料沉淀在衬底上。该技术需要在槽的全长上对槽和衬底之间的距离进行精密控制。通常,衬底必须极端平整,以避免这个距离的偏差。另外,这种技术最适合粘性材料,其可形成大的弯月面。这限制了溶胶凝胶配方的可用性,其使用比较低粘度的溶剂。

[0010] 辊涂是一种用于平整衬底上的溶胶凝胶涂覆的常用施用方法。在这种工艺的一个实施例中,材料从储槽沉淀到施料辊上。刮刀辊的刮片可用于控制放置在施料辊上的涂料的厚度。然后将那种材料直接从施料辊传递至衬底上。通常,辊涂最适合连续的衬底,例如钢卷。在不连续的衬底例如玻璃或木材的情况下,可能采用特别的技术来控制衬底的前缘和后缘的涂层的均匀性。这些技术包括例如通过以精确控制的方式使涂覆辊子下触到前缘上以及从后缘抬升,从而改变施料辊的接触压力。施料辊可在向前的方向运行,即以衬底的运动方向或逆向方向滚动,其中施料辊与衬底的运动方向相反。施料辊的表面可由屈从材料制成,其用于补偿衬底上任何表面度或平整度变化,并提供一个表面,其中涂料将以合理的均匀方式粘附到该表面上,或者施料辊可为比较坚实的材料。依赖于有待涂覆的材料流变性能,辊子的表面可具备有待在涂层施用中添加的槽或其它纹理的图案。

[0011] 流涂是一种技术,在该技术中,涂料在有待涂覆的表面上流动。过量的涂料滴落,并且保留在表面上的涂料形成最终涂层。表面可为平整的或不规则的。通常,衬底经过定向,使得涂料由于重力而流动。这种技术的优点是其简单,涂覆不规则表面的能力,以及只使用新鲜的材料或使表面滴落的过量涂料再循环的选择。

[0012] 在相对较低的温度下,例如低于 150℃时使这种涂层干燥和固化可能也是优选的,使得涂层能够施用于衬底上并进行干燥和固化,之前在该衬底上已经附着了其它热敏性材料,例如完全装配好的太阳能面板。

[0013] 用于溶胶凝胶膜的固化工艺是单独的工艺,其发生在溶胶凝胶材料的凝胶化之后。一种常用的固化方法是在炉中加热涂覆溶胶凝胶的物品。这具有简单的优点。炉可为批量类型,其中一批涂料放置在炉中,然后将其密封,并保持一定的周期,然后打开并除去

该批涂料。在炉中的时候,涂料可能遭遇变化的温度分布,其由炉的控制器产生。或者,炉可能具有连续的类型,其中传送带或相似的运输机构使被涂覆的物品穿过被加热的容器。当材料移动穿过容器时,其在不同的区域可能经历不同的温度,产生由加热、在固定温度下浸泡、然后冷却组成的温度分布。该分布可为炉中的温度区域和运输机构的速度的函数。炉中的热量可通过与热气体的对流来提供,热气体由燃料气体的燃烧,或者由电气元件加热气体而产生。或者,涂覆的物品可通过辐射热量而进行加热。

[0014] 某些类型的溶胶凝胶涂层可利用紫外线辐射进行固化。在这些类型的材料中,材料中的化学交联通过高能光子来促成。

[0015] 对于表面上的薄涂层的固化,热气体可直接在薄膜上穿过,从而通过传导加热表面层。

[0016] 用于平整衬底的工业规模的溶胶凝胶涂覆的最佳方法应该能够选择性地只涂覆衬底的一个面;在其涂料的使用上是经济节约的;提供容易的成分和污染控制;关于溶胶凝胶配方是通用的,使得不同挥发性的溶剂可用且化学方面适合关键设备;具有较低的复杂度和成本;能够处理衬底表面平整度方面较大的缺陷,并且能够实现优良的涂层均匀性。最佳的固化方法应该是低成本高效率的;不会损伤涂覆的衬底;与现有涂覆工艺步骤的吞吐量相匹配,并使涂料有效地固化至其最终所需的属性。

发明内容

[0017] 在一个方面,一种涂覆和固化装置可包括组合式辊涂和固化设备的传送器系统,其中这种组合式辊涂和固化设备包括至少一个辊涂设备和至少一个固化设备,其中传送器系统适合于运输基本平整的衬底穿过这种组合式辊涂和固化设备,处理器控制至少一个辊涂设备的工艺参数和至少一个固化设备的气刀,其中气刀适合于在衬底穿过至少一个固化设备时将加热的空气引导至平整衬底的一部分上,其中所述至少一个辊涂设备适合于利用溶胶凝胶涂料涂覆基本平整的衬底。基本平整的衬底可为至少部分完成的太阳能模块的一部分。该装置还可包括设置在空气流中的电气元件,以便加热流过气刀的空气。空气可被加热至在大约 300°C 至 1000°C 之间的温度。该装置还可包括在空气流中的风扇,其将空气引导至气刀。该装置还可包括电子控制器,其基于至少一个定位在空气流中的温度传感器的读数而控制温度。该装置还可包括排气装置,以便从装置中除去被加热的空气。该装置还可包括连接在气刀前缘上的平整板,其中平整板适合于与基本平整的衬底的顶表面形成预热室。该装置还可包括沿着传送器系统而设置在气刀之前的红外线发射器,其中红外线发射器适合于将基本平整的衬底加热至 25°C 至 200°C 之间的温度。该装置还可包括沿着传送器系统设置在气刀之后的红外线发射器,其中红外线发射器适合于将基本平整的衬底保持在 120°C 至 400°C 之间的温度。工艺参数可包括至少以下其中一个:刮刀辊间距和/或给施料辊的压力、相对于基本平整的衬底所采用的施料辊间距或压力、通过传送器系统运输基本平整的衬底的速度、以及在反向辊涂的情况下,在基本平整的衬底和施料辊的施料表面之间的速度差异。处理器可进一步控制固化设备的工艺参数。多个辊涂设备和固化设备可按顺序设置。离开气刀的空气温度可在 500°C 至 750°C 之间。基本平整的衬底在传送器系统上的速度可在 0.25cm/s 至 3.5cm/s 之间。所导致的基本平整的衬底表面的温度可在 150°C 至 600°C 之间。

[0018] 一方面,一种涂覆和固化方法可包括利用传送器系统将有待涂覆的基本平整的衬底传送穿过组合式辊涂和固化设备,其中这种组合式辊涂和固化设备包括至少一个辊涂设备和至少一个固化设备,利用所述至少一个辊涂设备对基本平整的衬底辊涂溶胶凝胶涂料,并利用所述至少一个固化设备的气刀将溶胶凝胶涂料固化在基本平整的衬底上,其中气刀适合于当传送器系统运输衬底穿过固化设备时将被加热的空气引导至基本平整的衬底的一部分上。涂覆溶胶凝胶的基本平整的衬底可通过该方法来成形,其中溶胶凝胶涂料的一部分被固化,而不同部分的溶胶凝胶涂料仍未固化。

[0019] 一方面,一种调节溶胶凝胶涂层性能的方法可包括利用至少一种物理分析方法确定所需的固化温度分布,以取得用于溶胶凝胶涂层的特定性能量度,选择用于气刀固化系统的操作参数的设置,从而取得用于基本平整的衬底上的溶胶凝胶涂层的所需的温度分布,并在基本平整的衬底上利用气刀固化系统固化溶胶凝胶涂层。所述至少一个物理分析方法可包括至少以下其中一种:热解重量分析、傅里叶变换红外光谱术、椭圆光度方法、纳米压痕、磨损测试、分光光度测定和水接触角测量。气刀固化系统的操作参数可包括至少以下其中一个:衬底速度、气刀空气流体积、气刀输出空气温度、气刀至衬底表面的开口距离、用于预热区域的温度设定点和用于后加热区域的温度设定点。用于溶胶凝胶涂层的性能量度可包括至少以下其中一个:硬度、耐磨性、表面能、折射率、光透率、厚度和多孔性。该方法还可包括在固化步骤之前利用辊涂系统对基本平整的衬底涂覆溶胶凝胶涂层的步骤。涂覆溶胶凝胶的基本平整的衬底可通过该方法来成形。特定的性能量度可包括在 0.2GPa 至 10GPa 范围内的溶胶凝胶涂层的硬度。特定的性能量度可包括测试,在这种测试中,在根据规范 EN1096-2 执行的磨损测试至少 500 次冲击之后损失不超过 1% 的绝对光透率。特定的性能量度可包括水接触角,其中水接触角在 60° 至 120° 中。特定的性能量度可包括水接触角,其中水接触角在 5° 至 30° 中。特定的性能量度可包括 1.25 至 1.45 的固化的涂覆溶胶凝胶的折射率。厚度可为大约 50nm 至 150nm。溶胶凝胶涂层的牺牲成分可挥发而形成所需的多孔性。

[0020] 本领域中的技术人员将从以下优选实施例和附图的详细说明中领悟本公开的这些以及其它系统、方法、目的、特征和优点。

[0021] 这里提到的所有文献通过引用而完整地接合在本文中。除非文中明确陈述或清晰指出,否则对单数物体的引用应理解为包括复数物体,并且反之亦然。除非文中明确陈述或清晰指出,语法连词意图表达任何和所有转折和连接的关联从句,句子、词语等等的组合。

附图说明

[0022] 本公开和以下其某些实施例的详细说明可通过参考以下附图进行理解:

图 1 描绘了流涂的一个实施例;

图 2 描绘了流涂头的一个实施例的横截面图;

图 3 描绘了流涂头的第二实施例的横截面图;

图 4 描绘了流涂头下槽歧管的等距视图;

图 5 描绘了图 2 的装配好的流涂头和相对应的衬底的局部视图;

图 6 显示了标识若干个关键尺寸和参数的涂槽的示意性的横截面图;

图 7a 和 7b 描绘了针对平整衬底上的涂层进行优化的辊涂系统;

图 8 描绘了用于平整衬底的辊涂系统的一个实施例；

图 9 描绘了表皮固化系统的一个实施例；

图 10 描绘了用于表皮固化系统的一个示例性温度分布；

图 11 描绘了典型的涂料样本的热解重量分析的一个示例；

图 12a, 图 12b 和图 12c 显示了用于典型的溶胶凝胶涂层的数据, 其演示了依据最大固化温度而变化的最终膜厚度、折射率和水接触角的控制；

图 13 描绘了在固化工序前后的典型的涂料样本的 FT-IR 分析的示例。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图描述了本公开的各种实施例；然而, 这种描述不应被视为限制了本公开的范围。相反, 其应被认为是落在权利要求所限定的本公开的范围内的各种实施例的示例。此外, 还应该懂得, 对“公开”或“本公开”的引用不应解释为意味着细节描述仅仅专注于一个实施例, 或者每个实施例必须包含结合特定实施例所述或结合这种短语所述的给定特征。实际上, 这里描述了具有共同和不同特征的各种实施例。

[0024] 图 1 描绘了实验室规模流涂的一个实施例。在实施例中, 喷嘴 (101) 在跨越衬底的顶部边缘移动时将材料 (102) 分配到倾斜的衬底 (103) 上。材料沿着衬底流动, 并且过量的材料从衬底的底部边缘滴落。仍保持粘附在衬底上的材料经历了凝胶化工艺, 其干燥并形成衬底上的薄膜涂层。

[0025] 虽然图 1 中所示的基本的实验室系统可在衬底尺寸上进行扩展, 但其涂覆的速率可为缓慢的, 并浪费涂料。回收滴落底部边缘的涂料, 并使其再循环至喷嘴是可行的, 但这使得再循环材料的成分和污染难以控制。所需要是一种流涂系统, 其具有快速涂覆速率, 而且节省涂料, 具有滴落底部边缘的最少的浪费, 而无需这种材料的再循环。

[0026] 在一个实施例中, 例如图 5 中和图 2 的横截面中所示的涂覆头可用于流涂。涂覆头包括成形于下槽歧管 (110) 和上槽歧管 (111) 之间的长槽 (116)。这个槽定位在与倾斜的衬底 (120) 的顶部边缘的长度平行的位置并沿着它而延伸。在一个实施例中, 槽大约与有待涂覆的衬底的边缘一样长。例如, 槽可沿着矩形衬底的较长的边缘进行定向, 使得流体沿着其较短的边缘流下衬底。这种定向最大限度地减小了重力携带流体跨越整个衬底区域所需要的时间。在一个实施例中, 分布刮片 (112) 将槽和衬底的顶部边缘之间的间隙桥接起来, 使得流出槽外的涂料沉淀到分布刮片上, 然后在重力作用下流向分布刮片的底部, 该底部与刚好位于衬底顶部边缘下面的衬底的前表面相接触。涂料然后从分布刮片流到衬底的前表面上, 并且从那里流下衬底, 直至其最终滴落底部边缘, 或者被其它装置除去。分布刮片的长度略长于槽的长度, 以及正在涂覆的衬底边缘的长度。在一个实施例中, 分布刮片延伸出槽歧管组件的各个末端之外。例如, 分布刮片可延伸出槽歧管组件的各个末端之外达 2 - 100mm。在另一示例中, 分布刮片可延伸出衬底之外达 10mm。

[0027] 涂料通过分配系统例如泵 (未显示) 供给槽, 分配系统能够传递液体涂料, 而且还能够通过下槽歧管中的一个或多个入口端口 (113) 传送测定量的涂料。入口端口将材料引导至下槽歧管中的相对应内部凹腔 (114) 中, 其容许涂料累积在槽唇部的下面, 并在其开始溢出槽并流动到分布刮片上之前沿着槽均匀地散布, 从而在刮片上提供均匀的材料流体前缘。图 4 显示了下槽歧管 (110) 的内部细节的等距视图。涂料从定位在内部凹腔中间的

端口入口流出,朝着内部凹腔的末端向外流动,并因此沿着槽唇(140)的背面均匀地分布。一旦足够的材料已经填充了内部凹腔,其将开始沿着槽的长度均匀地溢出槽唇。上槽歧管(图4中未显示)形成了相反的槽的侧面。如这里所述,密封通道(141)可容许该组件接近合适的槽宽度。

[0028] 在衬底上生产高品质的均匀厚度的涂层可能依赖于流体流过槽的速率。材料流动的速率则可能高度依赖于若干个设计因素,包括如图6中所示的槽长度(l)、宽度(w)(152)和高度(h)(151)、涂料的粘度(μ)和密度(ρ)、以及跨槽宽度的压力差(ΔP)。在一个实施例中,在槽中流动的流体是双层的,并且在离开至分布刮片上时具有完全成形的速度分布。槽中的层流可通过确保流体具有小于1400的雷诺数来实现。在一个实施例中,在槽中的涂层流体的雷诺数(Re_c)小于100。涂层流体可以某一速度分布离开槽,其不依赖于进入槽中的涂层流体上所存在的细微的边缘效应、湍流以及其它干扰。这种条件可通过确保槽的宽度显著长于流的特征进流段长度(L_e)来实现。在一个实施例中,槽宽度等于至少进流段长度的10倍。这种条件受到以下关系的控制,其使用布拉乌斯逼近方法来求解平行表面之间的进流段长度:

$$L_e = \frac{hRe_h}{100}.$$

[0029] 涂层流体流过槽的体积速率通过以下关系而紧密逼近:

$$Q = \frac{l\Delta Ph^3}{12w\mu}$$

其中平均流速V由以下确定:

$$V = \frac{Q}{lh}.$$

[0030] 在一个实施例中,在 5×10^{-9} 至 $5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ 之间的每单位槽长的溶胶涂层流速对于涂覆高品质且均匀厚度的玻璃衬底是有效的。在一个2米长的槽的实施例中,这相当于 1×10^{-7} 至 $1 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ 之间的体积流速。为了防止溅泼或湍流或其它不合适的现象影响分布刮片或衬底,涂料可能不会被迫在高压或高流速下流出槽。例如,重力可用于驱动流体从内部凹腔流向分布刮片。在一个实施例中,槽经过设计,使得对于所选的涂料属性,流出槽的流速小于进入内部凹腔的流速。这具有在槽后面的内部凹腔中构建涂料储槽的效果,迫使其在重力影响下沿着整个槽的长度进行均匀地散布,并在内部凹腔中建立压头高度H(150),如图6中所示。如果穿过槽的流速太高,那么涂料在沿着整个槽长度散布并到达离入口端口最远的末端之前将完全流过槽的部分。如果流速太低,那么内部凹腔可完全被涂料填充,造成压力增加,其将产生不均匀的流速和涂层流体上过大的背压,并对穿过槽的流速产生负面影响。所有这些问题可能造成槽的流速改变,并可能影响涂层的品质和均匀性。根据以下关系,槽宽度上的压力降 ΔP 可能依赖于内部凹腔中的流体压头高度H(150),内部凹腔压力 P_0 (154)、通向狭槽的入口处的压力 P_1 (153)以及槽的出口处的压力 P_2 (155)、流体材料密度 ρ 和重力常数g:

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

$$\Delta P = \rho g H + P_0。$$

[0031] 依据压头高度而变化的这个压力输入结合所需的流速驱动所需的槽高度 h (151)。结果,必须仔细地考虑内部凹腔中的压力。某些实施例通过垫圈、O 形环或密封膏保持内部凹腔密封,使得压力受到进出凹腔的涂料的相对流速的控制。其它实施例可包括位于内部凹腔和周围压力之间或通向辅助增压系统的通风口。在一个实施例中,凹腔内部的压力通向大气,并且槽高度 h 由以下关系来确定:

$$h = \sqrt[3]{\frac{12Qw\mu}{l\rho gH}}。$$

[0032] 给定上面的参数,对于典型的溶胶涂层,槽的宽度在 0.05 至 2mm 之间,并且优选 0.1 至 0.5mm。这个宽度可通过在上下槽歧管之间放置垫片来控制。备选实施例可使用机械加工步骤或其它间隙控制方法。上下槽歧管的组件可具有沿着顶部和侧面的垫圈状密封件,从而确保材料被引导至槽中。O 形环或相似的内部凹腔密封件可容许组件接近合适的槽宽度,并可利用密封通道 (141) 加以促进。

[0033] 分布刮片在实现一致且均匀的涂层厚度方面可用于至少三个功能;1) 其提供了使涂料从槽流向衬底的路径;2) 其具有高能表面,该表面造成材料在从槽移动至衬底期间通过表面张力而均匀地散布;和 3) 其提供了对衬底表面的接口,其能容忍衬底平整度或翘曲方面的缺陷。在一个实施例中,分布刮片比衬底相对更为柔韧,并能够符合不均匀的或翘曲的衬底。例如,分布刮片是 2020mm 长、45mm 宽和 0.38mm 厚的 316L 不锈钢,并且衬底是 1970mm 长、984mm 宽和 3.2mm 厚的回火的钠钙玻璃。在另一实施例中,分布刮片比衬底相对更为刚性,并且机构将衬底夹紧到背面上,从而将其保持平整地抵靠在分布刮片上。在一个实施例中,分布刮片具有在 25mN/m 至 100mN/m 之间的表面能。

[0034] 在缺乏分布刮片的条件下,离开头部槽的涂料可能不会自然地形成连续的涂料帘幕或“瀑布”,相反涂料可能以许多材料液滴或小溪的形式一直沿着槽的长度而离开槽,其不会在衬底上造成一致或均匀厚度的涂层。为了在缺乏分布刮片的情况下,在槽头部之外取得帘幕或“瀑布”将需要明显更大的涂料流速,并因此能够可能导致涂料极大的浪费。因而,分布刮片可在材料浪费最小的条件下实现一致且均匀厚度的涂层。

[0035] 在图 2 中,分布刮片是薄片材料,其通过背板 (118) 保持就位,背板与分布刮片一起通过多个螺栓或其它紧固装置 (119) 而连接在上槽歧管 (111) 上。这种背板还通过迫使其前倾轻微的角度而用于张紧分布刮片。这减少了薄的分布刮片沿着其长度的翘曲。上下槽歧管通过多个螺栓或其它紧固装置 (117) 而保持在一起。在某些实施例中,薄的分布刮片的底部边缘可为有斜角的或有圆角的。在一个优选的实施例中,其具有在 15° 至 60° 之间的斜角。

[0036] 在某些实施例中,分布刮片由不锈钢合金例如 316L 制成。在其它实施例中,其可由镀钛、镀铬或镀镍的钢、各种耐蚀合金、玻璃、陶瓷、聚合物或合成材料,例如涂覆金属的

聚合物制成。该材料可经过选择,从而对于涂料成分而言是防化学腐蚀的,使其不会受到涂料的破坏,并使其无论如何不会污染涂料。

[0037] 在图 2 中,下槽歧管具有刚好位于槽下面的凹口(115)。这个凹口的目的是防止来自槽中的涂料沿着下槽歧管的底部边缘流动并从那里滴落到分布刮片或衬底上面。

[0038] 图 3 显示了分布刮片(130)的一个备选实施例,其中刮片是实心片材,其还形成了上槽歧管。刮片(132)的前表面用于使涂料均匀地从槽分布至衬底上。刮片的底部边缘是带轮廓(133)的,从而促进涂料从刮片流动到衬底之上。应该懂得,这种轮廓的精确形状可包括弯曲的或带角度的平的斜角,并且相对分布刮片的面的角度过渡可在逐步至陡峭的范围内,并且边缘与衬底表面构成的最终角度可为 10° (尖锐的)至 110° 度(钝的)。在另一实施例中,厚的或实心的分布刮片不会形成上槽歧管,相反是单独的器件,其按照与图 2 中所示的薄的分布刮片相似的方式用螺栓连接到槽歧管上。

[0039] 分布刮片的某些实施例包括位于前面(即湿面)和背面上的涂层或表面处理。例如,前侧表面处理可增强涂料流向衬底时的散布作用。背面处理可能排斥涂料,以抑制由于毛细管作用而收集在背面上的材料,其将在从分布刮片上除去时滴落到衬底上,或者收集在背面上,并污染定位在刮片上的下一衬底。分布刮片的其它实施例在不同材料融合或装配在一起的地方包括层压件和化合物,从而在前面和背面的表面属性之间提供差异,其可能在涂覆金属刮片上实现。

[0040] 涂覆头歧管的某些实施例可具有涂层或表面处理,以保护它们免于与涂料的负面化学反应,或者改变涂料在内部凹腔中或在槽唇上如何流动。

[0041] 完整的涂覆头可由多个槽歧管组件组成。例如各个槽歧管组件可为 50cm 长。四个这种组件可安装在支撑结构上,使得它们形成 200cm 长的涂覆头。用于具体长度的涂覆头的槽歧管组件的尺寸和这种组件的数量可经过选择,以控制制造槽歧管本身的成本和由多个槽歧管组件构造涂覆头的复杂性。在多个槽歧管组件用于装配涂覆头的情况下,具有单独的分布刮片是有利的,其在整个涂覆头的长度上是连续的。然而,并不排除多个相邻的或重叠的分布刮片的部段,其包括涂覆头的长度。

[0042] 应该懂得槽歧管中的内部凹腔和入口端口的数量是可变的,并且可大于或小于图 4 中所示的两个。凹腔和入口端口的数量可经过选择,以控制槽歧管的制造复杂性和来自槽的涂料流的均匀性。

[0043] 在槽歧管中,在内部凹腔之间的壁可保持尽可能的薄。这个壁影响了其直接附近的材料在槽唇上的流动。通过保持壁尽可能的薄,从而最大限度地减小影响。

[0044] 利用该装置涂覆的方法可包括以下步骤。首先可选地通过增加有待涂覆的表面的表面能可为涂层准备好衬底,因而通过表面张力使涂料可能均匀地散布在衬底表面上。在一个实施例中,衬底是玻璃,并且通过用水和/或机械刷有力地冲洗增加表面能。在其它实施例中,衬底表面可利用气体等离子体例如氧气或通过用气体火焰处理而准备好。这里进一步描述了其它预处理。

[0045] 作为初始步骤,衬底经过预处理或预清洗,以除去表面杂质并通过产生新鲜表面或表面上新的黏结位置而激活表面。衬底预处理步骤可提供均匀的溶胶散布和沉淀,在衬底和涂料之间有效的相互黏结作用,以用于形成 Si-O-Si 交联,并防止由于不均匀的散布和/或由于表面不均匀性减少了相互黏结作用而在涂层-衬底接口处造成的缺陷和不完整

性。

[0046] 具体地说,需要通过衬底表面的预处理或清洗增加衬底的表面能,从而形成“激活的”表面。例如激活的表面可为具有许多裸露的 Si-OH 半族的表面。激活的表面减小了溶胶的接触角,并可实现表面上的溶胶的有效润湿。在某些实施例中,物理抛光或清洗和 / 或化学蚀刻的组合足以提供均匀的溶胶润湿。在需要进一步降低表面张力的情况下,衬底,例如玻璃可用稀释的表面活性剂溶液(低分子量的表面活性剂,例如 Surfynol ;长链醇,例如正己醇或辛醇;低分子量的氧化乙烯或环氧丙烯;或商用洗碟机洗涤剂,例如 CASCADE, FINISH 或 ELECTRASOL) 进行预处理,从而进一步帮助溶胶更好地散布在玻璃表面上。

[0047] 因此,表面准备可涉及表面的化学和物理处理的组合。化学处理步骤可包括(1) 利用溶剂或溶剂、洗涤剂、弱碱例如碳酸钠或碳酸铵的组合清洗表面,(2) 利用溶剂与磨砂垫一起清洗表面,(3) 可选地以化学方法腐蚀表面,和(4) 用水清洗表面。物理处理步骤可包括(1) 利用溶剂或溶剂的组合清洗表面,(2) 利用溶剂与磨砂颗粒一起清洗表面,和(3) 用水清洗表面。应该懂得,衬底可通过仅仅利用化学处理步骤或仅通过物理处理步骤进行预处理。或者,化学和物理处理步骤可用于任何组合。应该懂得,在清洁刷或磨砂垫和表面之间的物理清洗摩擦作用可为表面准备的重要方面。

[0048] 在第一化学处理步骤中,表面利用溶剂或具有可变疏水性的溶剂组合进行处理。使用的典型的溶剂是水、乙醇、异丙醇、丙酮和丁酮。商用玻璃清洁剂(例如 WINDEX) 也可用于这个目的。表面可利用单独的溶剂分开地或通过利用溶剂混合物进行处理。在第二步骤中,磨砂垫(例如 SCOTCHBRITE) 在表面上借助于溶剂进行擦拭,注意这可结合第一步骤或在第一步骤之后单独地执行。在最后的步骤中,表面用水进行冲洗或洗涤。

[0049] 通过这种方法准备衬底的一个示例涉及利用有机溶剂例如乙醇、异丙醇或丙酮清洗表面,以除去有机表面杂质、污物、灰尘和 / 或润滑脂(在有或没有磨砂垫的条件下),之后用水清洗表面。另一示例涉及用丁酮(在有或没有磨砂垫的条件下)清洗表面,之后用水清洗表面。另一示例基于利用乙醇和丙酮的 1 :1 混合物除去有机杂质,之后用水清洗表面。

[0050] 在某些情况下,可能需要通过浓硝酸、硫酸或水虎鱼溶液(96%的硫酸和 30%的 H₂O₂ 的 1 :1 混合物)对表面进行化学腐蚀的额外的可选的步骤,从而使表面适合黏结到沉淀的溶胶上。通常这个步骤将在最后用水洗涤表面的步骤之前执行。在一个实施例中,衬底可放置在水虎鱼溶液中 20 分钟,之后浸泡在去离子水中 5 分钟。然后可将衬底传递给保持新鲜的去离子水的另一容器,并浸泡另一个 5 分钟。最后,用去离子水冲洗衬底并进行风干。

[0051] 衬底可备选地或额外地通过物理处理进行准备。在物理处理的情况下,该表面可简单地用溶剂和清洁刷或磨砂垫的力学作用进行清洗,可选地,表面活性剂或洗涤剂可添加至溶剂中,之后用水冲洗衬底并进行风干。在另一实施例中,表面首先用水清洗,之后将粉末状磨粒,例如二氧化铈、二氧化钛、氧化锆、氧化铝、铝硅酸盐、二氧化硅、氢氧化镁、氢氧化铝颗粒、金刚砂或其组合添加到衬底的表面上,从而在表面上形成浆体或膏剂。磨砂介质可采用粉末的形式,或者其可采用浆体、散剂、悬浮液、感光乳胶或膏剂的形式。磨砂的粒径可从 0.1 至 10 微米之间变化,并且在某些实施例中从 1 至 5 微米之间变化。衬底可利用磨砂浆体通过与磨砂垫(例如 SCOTCHBRITE 磨砂垫)、布、泡沫或纸垫的摩擦进行抛光。或者,衬底可通过放置在抛光器的转盘上进行抛光,之后将磨砂浆体应用于表面上并随着衬

底在转盘上旋转时用磨砂垫擦拭。另一备选方法包括使用电子抛光器,其可用作擦拭垫,结合磨砂浆体以抛光表面。用浆体抛光的衬底通过加压的喷水进行清洗和风干。

[0052] 接下来,有待涂覆的衬底可经过定位,使其边缘对准并平行于分布刮片的底部边缘。分布刮片的底部边缘可能与衬底的顶部边缘轻微地重叠。重叠的数量依赖于涂层要求,但可能至少 0.1mm,并且在一个优选的实施例中可以是大约 3mm。分布刮片的末端可轻微地延伸出衬底的左边缘和右边缘之外,在各个侧面在 2 至 100mm 之间。在一个实施例中,其在各个侧面延伸 10mm。衬底可相对于水平倾斜 60° 至 85° 的角度。在柔韧的薄的分布刮片的情况下,在衬底的表面和分布刮片的表面之间的角度可在 0° 至 5° 之间。衬底可被轻微地推到分布刮片上,从而将压力应用于接触区域上,使得分布刮片适应衬底的任何不规则性或平整度的偏差。在刚性分布刮片的情况下,衬底可经过定位,使其前表面平行于分布刮片的背面,并且夹紧机械可将衬底保持在分布刮片上,从而在分布刮片的平整的背面上消除衬底的任何翘曲或平整度偏差。在一个实施例中,涂覆头是固定的,并将衬底带至涂覆头上。然而,在其它实施例中,衬底可为固定的,并且涂覆头移动就位,或者这两个元件可共同移动,到达最后涂覆位置。这两个元件还可为彼此相对固定的,但相对于更大的涂层系统而移动。

[0053] 接下来,衬底的前表面可用预湿溶液完全润湿。这种预湿溶液以快速润湿整个衬底表面的方式,例如在小于 30 秒内进行分配。在一个实施例中,多个定位在可旋转的机构上,位于衬底的前表面上方和前方,并且沿着其长度对准涂覆头的扇形喷嘴开始喷涂预湿溶液,使其首先沿着其整个长度润湿分布刮片。然后喷嘴组件旋转,使得预湿溶液的扇形射流从喷嘴向下移动至衬底,从其顶部边缘移动至其底部边缘,并且在该过程中使预湿溶液沉淀在分布刮片和衬底的全部表面上。当采用时,预湿步骤将涂料完全润湿衬底的时间降低至 1 至 25 秒之间;将衬底上的涂料的分布均匀性按每单位面积体积计量提高至 $\pm 25\%$,并且将完全涂覆衬底所需要的涂料数量减少高达 90%。预湿溶液的成分经过选择,从而提供许多属性:粘度在涂料粘度的 $\pm 50\%$ 的范围内,更优选在 $\pm 10\%$ 的范围内,甚至更优选在 $\pm 2\%$ 的范围内,并且/或者表面张力在涂料表面张力的 $\pm 50\%$ 的范围内,更优选在 $\pm 10\%$ 的范围内,甚至更优选在 $\pm 2\%$ 的范围内,并且蒸汽压力在涂料蒸汽压力的 $\pm 50\%$ 的范围内,更优选在 $\pm 10\%$ 的范围内,甚至更优选在 $\pm 2\%$ 的范围内。在一个实施例中,预湿溶液包括相同的溶剂混合物,其按照与涂料相同的比率进行混合。例如,预湿溶液可能由 90% 的异丙醇和 10% 的水组成,其与溶胶凝胶涂料中的异丙醇和水的比率大致匹配。在一个备选实施例中,预湿溶液可为非离子的、阳离子的或阴离子的表面活性剂,例如十二烷基硫酸钠或全氟烷基磺酸盐。

[0054] 接下来或在预湿步骤开始之后不久,预定数量的涂料可从涂覆头分配至衬底上。涂料流下衬底,完全覆盖衬底的前表面。过量的涂料可滴落底部边缘,或者通过毛细管作用从底部边缘带走到为该目的而设计的机构上。在某些实施例中,过量的涂料可收集在衬底的底部,以便重复使用。是否重复使用这种材料的决定依赖于涂料和衬底的成分。例如,如果涂料是相当稳定的,并且在其沿着衬底向下移动期间不会显著地变化,并且如果衬底不会污染涂料,那么可能做出重复使用从底部边缘收集的过量材料的决定。

[0055] 接下来,可选地在已经完成涂料的分配之后可能有 1 至 600 秒之间的间歇,同时过量的涂料能够排出内部凹腔,并从润湿的分布刮片的表面排出到衬底上。这个间歇的长度

可经过优化,以便减少在从涂覆头上除去衬底之后从分布刮片滴落的可能性。在某些实施例中,这个间歇可能足够长,以容许分布刮片和 / 或衬底的顶部区域干燥或部分干燥。

[0056] 接下来,可从涂覆头上撤回衬底。在某些实施例中,如果涂覆头仍然是湿的,那么滴落保护装置可快速地移动到衬底和分布刮片的底部边缘之间的位置。这种滴落保护装置可选地接触刮片的底部边缘,从而带走过量的材料,在这种情况下,滴落保护装置的表面可具有与分布刮片的前表面相似的表面特征,以促进涂料很容易地从分布刮片上流走。

[0057] 最后,衬底可容许以某种方式进行干燥,其容许涂料经历凝胶化,从而在衬底表面上形成均匀的高品质的涂层。

[0058] 这种由新颖的涂覆头设计所实现的涂覆方法可具有若干个以下超越备选涂覆技术的优势。首先,通过同时跨整个衬底宽度分配材料可极大地缩短分配的时间。其次通过使衬底预湿,可极大地缩短涂料流下衬底的时间量,并且极大地减少了完全润湿衬底表面所需要的涂料数量。第三,如果不在衬底底部收集涂料用于重复使用,那么只有新鲜的(未用过的)材料可沉淀在衬底上,所以可极大地提高涂料纯度和成分的控制。第四,通过利用分布刮片,结合恰当尺寸的槽式分配器,可以非常低的成本并利用非常简单的系统极大地增加衬底上的材料的流动均匀性。第五,该技术可以极大地容忍衬底上的平整度偏差,而不需要任何精确的机械控制或设计。第六,该方法不一定带来任何极大的化学适应性挑战,其可能难以标识关键的涂层成分,该成分具有对涂料不敏感或不污染涂料的属性。最后,该方法可为天生单面的,容许根据需要涂覆衬底的单面或双面(在第二涂覆步骤中)。

[0059] 还应该懂得,在某些实施例中,涂料的配方将对薄膜的均匀性具有极大的影响。具体地说,在溶胶凝胶涂料中,固体或颗粒含量相对溶剂的比率结合干燥期间的环境条件可能影响薄膜形成时所发生的凝胶化工艺。这些元件的仔细控制将增强最终薄膜的均匀性,尤其在衬底的从顶部至底部的方向上。

[0060] 图 7a 显示了前向辊涂装置的简化的示意图。图 7b 显示了反向辊涂装置的简化的示意图。在这两个图中,平整的衬底(160)都从左至右进行输送。反压力辊子(163)从底部支撑衬底,并在与衬底运动互补的方向上移动。涂料(164)沉淀在储槽中,储槽产生于刮刀辊(162)和施料辊(161)之间。刮刀辊到施料辊的压力或间距控制了传递给施料辊的涂料数量。刮刀辊和施料辊的表面可为平滑的或具有织纹的,软的或硬的。辊子表面不需要是相同的。例如,刮刀辊可为屈从的并具有织纹的,而施料辊可为坚硬的和平滑的,并且反之亦然。施料辊将涂料传递给衬底的表面。在施料辊和衬底表面之间压力或距离是可调整的,从而促进最终润湿的涂层厚度和 / 或衬底上的材料的均匀性的控制。在前向辊涂中,施料辊(161)按照与衬底的运动方向相同的方向移动。在反向辊涂中,施料辊(161)按照与衬底的运动方向相反的方向移动。

[0061] 衬底可为连续的,例如一卷聚合物片材或钢卷,或者其可为不连续的,例如离散的玻璃片或木材或单独的太阳能面板。在不连续的衬底的情况下,施料辊组件可在竖直方向上移动,使其在衬底进入辊涂器中时向下接触衬底的前缘,之后在衬底离开辊涂器时从后缘上抬高。这种技术可能减少了前缘和后缘上的均匀性。

[0062] 在辊涂器中与液体涂料发生接触的材料的选择是个考虑因素。在某些实施例中,涂料可为腐蚀性的,具有高或低的 pH 值。在一个实施例中,涂料的 pH 值在 1.8 至 2.8 之间。另外,在某些实施例中,涂料包含有机溶剂,例如等丙醇、甲醇、乙醇、丙二醇单甲醚、丙

二醇单甲醚醋酸盐等等。所有材料可经过选择,以承受所使用的有机溶剂和 pH 值条件。对于金属构件,不锈钢是优选的,例如镀铬钢。在选择用于管道、配件和密封件的聚合物材料时,可考虑聚四氟乙烯、聚丙烯、聚醚酮醚和聚乙烯二氟化物。对于辊子上的聚合物涂层,聚氨酯甲酸脂、乙撑丙二烯单体(乙烯丙烯二烯单体)橡胶和腈橡胶是合适的。为特定的溶胶凝胶涂层应用而选择的辊涂器的特定实施例依赖于许多因素。润湿的薄膜厚度是在实现最终固化薄膜厚度时需要考虑的工艺参数。所需的润湿厚度可能依赖于所需的最终干燥厚度、涂料的固体含量和最终干燥薄膜的目标多孔度。在一个实施例中,所需的最终厚度是 120nm(DT),涂料的固体含量(SC)按体积在 1% 至 3% 之间,并且目标多孔度(P)是 10%。目标润湿厚度(WT)可用以下公式进行计算:

$$WT = \frac{DT}{SC * (1 - P)}$$

[0063] 例如,利用上面的输入参数,该等式产生了在大约 4 μ m 至 14 μ m 之间的目标润湿厚度。润湿厚度可能受到辊涂器系统上的许多工艺的控制。其最重要的参数的选择依赖于涂料的特征,例如其粘度,以及辊涂器的构造或操作模式,例如前向或反向。通常,调整的参数是刮刀辊对施料辊的间距和 / 或压力;施料辊对衬底的间距 / 压力;衬底移动的速度以及在反向辊涂的情况下,在衬底和施料辊之间的速度差异。刮刀辊相对于施料辊移动的速度也是一个工艺参数。图 8 显示了辊涂器的一个实施例,其用于涂覆平整衬底的例如玻璃或太阳能面板的溶胶凝胶涂层。辊涂器(170)定位在进料传送器(171)之后以及出料传送器(172)的前面。在图 8 中,衬底从右向左移动。涂料(173)在受控制的速率下通过泵(174)从储槽输送给辊涂器。过量的材料从辊子的末端进行收集(177)并进行再循环。可选的预加热器(175)可经过定位,使其可在辊涂器之前加热衬底。衬底可被加热至某一温度,例如在 2 $^{\circ}$ C 至 80 $^{\circ}$ C 之间的温度。在某些实施例中,这种预热步骤可用于减少在后续工艺步骤的非常快速加热期间的热应力。在其它实施例中,其用于控制放置在衬底上的涂料的蒸发速率,从而实现特定的工艺目标,例如均匀度、薄膜厚度、多孔度或工艺速度。应该仔细考虑关于从较暖的衬底至施料辊的热传递,使其在工艺中得以考虑。在一个实施例中,闪蒸加热器(176)定位在辊涂器的输出上,从而控制涂料溶剂的蒸发,以促进薄膜的凝胶化。在某些实施例中,预加热器和闪蒸加热器可能辐射红外线,或者在其它实施例中它们可为电加热器或燃料燃烧式对流加热器。在另一实施例中,周围温度或接近周围温度的强制空气可通过加速溶剂蒸发而用于完成闪蒸工艺。

[0064] 用于在工艺级之间移动衬底的传送器系统可为连续的带传动系统。在某些实施例中,机器人可能用于在工艺级之间传送衬底。在其它实施例中,衬底可能通过人利用推车进行传送。在任何情况下应该懂得,衬底可在工艺步骤之间通过本领域中的许多方法进行传送。

[0065] 利用辊涂器时的重要的考虑因素是当机器运转时容纳或控制来自设备本身的涂料溶剂的蒸发。为了减轻这种蒸发,为涂料增加补充溶剂可为有利的,使得固体浓度被控制在可工作的范围内。补充溶剂可以恒定的流速进行添加,从而匹配稳态蒸发率;其可周期性地基于预定的时间区间、有待涂覆的衬底的数量或所消耗的涂料而进行添加。补充溶剂可基于主动反馈回路而进行添加,其中固体浓度经过直接或间接地测量,从而用于控制添加

的数量。固体浓度可能通过光学方法,例如动态的光散射率或吸附率或折射率进行测量;其可能通过物理属性,例如密度或粘度进行测量;其可通过化学方法,例如监视 pH 值进行测量。

[0066] 用于涂层的溶胶凝胶材料对于环境条件是通常敏感的,例如在凝胶化工艺期间的相对湿度和温度。另外,在固化之前或期间,溶胶凝胶材料可能释放极大量的溶剂蒸气。因此需要设计辊涂系统周围的环境,例如温度和湿度受到控制,并且除去溶剂蒸气。在某些实施例中,在完整的辊涂器系统周围会建造安全室,其具有专用的 HVAC 单元,以控制温度和相对湿度。在一个实施例中,在涂料器施料辊和闪蒸区域周围具有次级内部安全壳,其容积较小,使得其温度和相对湿度可以更容易控制。这个内部安全区域还用于收集溶剂蒸气,以用于排出、解构或再循环。这具有防止初级安全区域内部的工作人员遭遇高水平的溶剂蒸气的额外优势。这种环境室系统将具有安全连锁装置,使得工具可被停止,并且如果溶剂蒸气接近可燃性安全限制时安全地包含任何涂料。

[0067] 图 9 显示了用于表皮固化的固化装置和方法的一个实施例的横截面示意图。在这种装置中,气刀 (180) 将被加热的空气引导至衬底 (181) 的表面上,衬底通过进料传送器 (182) 呈现给气刀,并通过出料传送器 (183) 提取。如图 9 中所示,空气可被电气元件 (184) 加热,还可被本领域中已知的任何其它方法加热。空气在本方法中可被有效地加热至任何温度,例如 300°C 至 1000°C 的温度。空气可通过风扇 (185) 被迫穿过加热元件和气刀。空气的温度通过定位在被加热的空气流中的电子控制器 (186) 和温度传感器 (188) 而进行控制。可选地,加热元件的过热保护可通过电子控制器和可选地定位在加热元件附近第二温度传感器 (187) 来提供。当不存在衬底时,空气可从风扇流过加热元件,穿过气刀,然后直接流向排气装置 (197)。当存在衬底时,空气沿着衬底的顶表面流动。在一个实施例中,预热级 (189),例如红外线发射器在气刀之前加热衬底。预热温度通过电子控制器 (190) 和具有可选的安全过热传感器 (192) 的温度传感器 (191) 进行控制。在另一实施例中,连接在气刀前缘上的平整板与衬底的顶表面形成预热室 (189)。这个预热室在较长的周期捕获靠近衬底表面的热空气,从而容许热空气具有更多时间预热衬底表面。后热级 (193),例如定位在气刀后面的红外线发射器 (190) 提供了额外的热量,其可延长衬底保持高温的时间。后热温度通过电子控制器 (194) 和具有可选的安全过热传感器 (196) 的温度传感器 (195) 进行控制。在另一实施例中,存在加热元件替代预热室。衬底的预热可用于在气刀下,在非常快速加热期间减少热应力,并对衬底在气刀下达到的峰值温度提供额外的控制,峰值温度是初始温度加上由于气刀而升高温度的函数。

[0068] 表皮固化系统的这个实施例的主要优点是其容许薄膜溶胶凝胶涂层的固化,而无须将整个衬底加热到高温。恰当配置的气刀能够非常快速(大功率)加热表面,而无须将大量热量(能量)传递给整个衬底。因而虽然表面迅速地加热至高温,但是整个衬底不会过分地变热。在一个实施例中,衬底是玻璃,其一个面上涂覆薄膜太阳能电池,并且玻璃的反面是所需用于溶胶涂层的表面。在这种情况下,需要在固化溶胶涂层的同时尽可能避免加热和升高半导体光电材料的温度。薄膜太阳能材料例如 CdTe、CIGS 或无定形硅可能对高温相当敏感。高温可能造成材料中的掺杂剂以有害的方式消融,或者可能造成金属电极材料消融到光电材料中。在某些实施例中,光电池的温度在溶胶固化时可保持不超过 100°C 至 120°C。另外,最终的太阳能面板中的聚合物材料,例如封装材料可保持不超过其 150°C

至 200℃ 的玻璃化温度。

[0069] 图 10 显示了用于表皮固化系统的温度分布的一个示例。在这个示例中,衬底是伪薄膜太阳能模块,其由两块玻璃组成,典型地用于薄膜模块制造中,层压在一起,温度传感器埋置在玻璃片之间,使得它们测量伪模块和连接在顶表面上的温度传感器的内部温度。该模块在气刀下以 1cm/s 的速度移动,气刀设定了大约 650℃ 的出口气温和大约 1cm 的间隙距离(从衬底顶表面至气刀开口)。两个温度得以显示,顶表面温度代表伪模块内部达到的温度。在这个示例中使用了预热室实施例。从该分布中,预热室造成顶表面温度(202)初始升高至大约 100℃,之后气刀造成非常快速的温度上升(200)至大约 300℃,在此之后,后热红外线发射器设定 300℃ 的温度,其由放置在衬底和 IR 发射器之间的传感器进行测量,保持顶表面温度(201)大概 200℃。在整个工艺过程中,内部温度决不超过大约 90℃。

[0070] 在一个实施例中,衬底是厚度为 1mm 至 4mm 的玻璃。在表皮固化装置的一个实施例中,离开气刀的空气温度在 500℃ 至 750℃ 之间,其受到加热元件的功率设置以及风扇提供的空气体积的控制。衬底的速度在 0.25cm/s 至 3.5cm/s 之间。所产生的衬底表面的温度在 150℃ 至 600℃ 之间,并且在预热室的起点和气刀的终点之间保持这个温度。在其它实施例中,衬底在气刀之前通过红外线发射器预热至大约 25℃ 至 200℃,在气刀中其被进一步加热至大约 150℃ 至 600℃。之后,衬底保持在 120℃ 至 400℃ 之间的温度,直至后热部分结束。这种表皮固化装置的配置已经显示了在相反的表面保留于 120℃ 以下的温度的同时固化溶胶涂层。

[0071] 这种利用气刀迅速加热衬底之后利用辐射热保持其温度的工艺促进了溶胶凝胶材料的固化。在一个实施例中,固化通过提供充分的能量来实现,使得涂层中足够的剩余 Si-OH 半族部分遭遇缩合反应,并形成 Si-O-Si 交联,其极大地增强了材料,使其通过标准 EN-1096-2 的泰伯磨损测试,具有不超过 0.5% 的绝对透光率损失。在其它实施例中,固化温度用于促进其它工艺,例如挥发涂层的牺牲成分,从而形成所需的多孔度或所需的表面形态。其它实施例可使用非常高的温度,以使涂层的所有有机成分完全氧化,从而产生亲水性纯二氧化硅薄膜。更进一步的实施例可使用热量和/或反应性的气刀的气体组分起动化学反应,其会修改涂层的属性,例如表面能、颜色、折射率、表面形态和表面化学特性。在实施例中,表皮固化工艺与涂料的成分和属性协作,从而促进最终薄膜涂层的属性调整。

[0072] 图 11 显示了典型的涂料样本的热解重量分析。热解重量分析通过逐渐加热样本并随着各种样本成分的挥发而记录质量损失来执行。当对涂料例如这些典型的用于玻璃的溶胶凝胶涂层执行时,其可用于确定固化涂料所需要的临界温度。该图显示了三个关心的温度。利用图 11 的样本 1 作为说明性的示例,在大约 125℃ 存在一个拐点(210),另一个更陡峭的拐点(211)在大约 450℃,最后存在高于 500℃ 的平展部分(212)。在不受理论约束的条件下,这三个点理解如下。随着温度升高至点 210,任何残余的水和溶剂被挥发,并且所有容易接近的 Si-OH 半族起反应并释放水。这代表基本固化的薄膜,其在相对较低的温度下已经达到有效的硬度和耐磨性。在从点 210 直至点 211 范围内的进一步的加热代表随着额外的剩余 Si-OH 半族凝固和释放水而在质量上发生大致线性的减少。这个温度范围代表随着温度的增加而增加的材料硬度和耐磨性,而没有损害涂层的效应。这种质量上的减少造成密度方面相对应的减少,和从而折射率方面的减少。在形成疏水性薄膜的涂料中, Si-OH 的减少还将由于增加水接触角而导致测量的疏水效应的增加。超出点 211 之外的加

热开始氧化涂层的有机部分,其副产物然后可挥发。在某些实施例中,这些部分可为甲基或其它烷基或氟碳链或任何其组合。其它反应也可能发生,例如 SiC 和 SiOC 的形成。这种温度状况可被总结为涂层的有机成分的氧化,在氧化的副产物彼此之间以及与薄膜本身的成分之间的反应,以及该涂层至基本无机二氧化硅涂层的转换。在这点上,更进一步的加热不会再造成极大的质量损失,并且曲线如点 212 所示变平了。样本 2 是用于玻璃的不同的溶胶凝胶涂料,然而,其也展现了大致与样本 1 相同的形状和拐点。其还显示当涂层中存在更复杂的有机部分时,在第二拐点之后发生的转换可能更复杂且更持久。因此出于研究用于固化这些涂层的工艺的目的,我们可从这种分析中确定第一低温固化可在大约 125°C 的温度下完成,其是第一拐点。在第二拐点(对于样本 1 的材料大约 450°C 和对于样本 2 的材料大约 350°C)的第二较高温度的固化导致了增加的硬度、耐磨性和疏水性。超出第二拐点之外的温度导致有机部分的分解和改性,其在某些实施例中可为有用的。

[0073] 固化工序参数包括衬底速度、气刀输出的空气温度、气刀的空气流体积、气刀至衬底表面的开口距离、预热和后热设定温度,这些用于控制工艺固化参数,包括峰值温度、加热速率、温度持续时间、积累的暴露温度和冷却速率,其可用于调节最终固化薄膜的特定属性。一个特性是通过纳米压痕方法测量的硬度。在某些实施例中,这里所述的固化系统可将玻璃衬底上的溶胶凝胶涂层固化至硬度大约 0.2GPa 至 10GPa,并优选大约 2GPa 至 4GPa 的硬度。另一特性是耐磨性。在某些实施例中,这里所述的固化系统可将玻璃衬底上的溶胶凝胶涂层固化至某一耐磨性,其中它们在根据规范 EN1096-2 执行磨损测试 500 次冲击之后不会丢失按分光光度计测量 1% 的绝对透光率损失,并且优选在 1000 冲击之后不超过 0.5% 的绝对光透率损失。这种测试可利用泰伯往复研磨器型号 5900 执行,其具有棘轮臂组件。第三特性是由水接触角(WCA)测量的表面能。在某些实施例中这里所述的固化系统可将溶胶凝胶涂层固化至大约 60° 至 120° 的 WCA,并且优选大约 70° 至 100° 的 WCA。在其它实施例中,薄膜可被固化至大约 5° 至 30° 的 WCA,且优选大约 10° 至 20° 的 WCA。第四特性是通过椭圆计测量的折射率(RI)。在某些实施例中,这里所述的固化系统可将溶胶凝胶涂层固化至大约 1.25 至 1.45 的 RI,并且优选大约 1.35 至 1.42 的 RI。第五特性是通过椭圆计测量的最终薄膜厚度。最终薄膜厚度是初始(固化前)干薄膜厚度和固化参数的函数,使得固化参数可改变初始干厚度。在某些实施例中,这里所述的固化系统可将溶胶凝胶涂层固化至 50nm 至 150nm 的厚度,并且优选 70nm 至 130nm 的厚度。

[0074] 图 12a,图 12b 和图 12c 描绘了用于典型的溶胶凝胶涂层的数据,其演示了依据最大固化温度而变化的最终薄膜厚度、折射率和水接触角的控制。

[0075] 图 13 显示了在采取固化工序步骤前后用于典型的溶胶凝胶涂料的傅里叶变换红外分光镜数据。这种分析技术显示了材料中的化学键在固化工序期间如何变化。具体地说,由点 220, 221&222 所指示的光谱的峰值在工艺期间已经发生了变化。在不受理论约束的条件下,这些变化可被理解为 Si-OH 键通过凝固而减少,从而导致点 220 和 222 处的峰值的减少。这些键被转化为 Si-O-Si 键,从而导致点 221 处的峰值增加。这种分析技术可用于对凝固的 Si-OH 键的比例进行定量分析,并从而对薄膜固化的程度进行定量。

[0076] 涂层和固化工序步骤可进一步配置,从而创造不同复杂度和结构的涂层。在实施例中,涂层技术和固化技术的任何组合都可用于实现用于衬底的最后涂层。这种组合的实施例可包括通过流涂技术,之后表皮固化工序或传统方法固化而实现的涂层,通过辊涂技

术,之后表皮固化工序或传统方法固化而实现的涂层等等。为了产生多层涂层,涂覆和固化装置的任何组合可顺序地用于产生这种涂层。这种装置的顺序使用可通过一种布置来实现,其将多个涂覆装置和固化装置串联放置在一起。或者,可存在搬运设备,用于在一个或多个涂覆和固化装置之间搬运衬底。例如,两个辊涂器可按顺序放置,中间具有可选的闪蒸加热器。这促进了第一辊涂器涂覆第一层,由闪蒸工位干燥该层,然后在表皮固化工位或简单的炉中固化之前通过第二辊涂器沉淀第二层。或者,高温表皮固化步骤可插入在辊涂器之间,从而在应用第二层之前可对第一层进行高温热处理。应该懂得,这种用于多层涂层的技术可延伸到不止两层。由这种技术制造的多层涂层可为高性能的抗反射干涉类型的涂层,或者多层涂层可用于修改顶表面涂层的表面能,例如通过将氟化硅烷单层添加至底层,从而使暴露于环境的表面上的最终涂层成为疏水性的且憎油的。多层涂层可用于通过在暴露环境的表面上增加较低折射率的材料而增强单层抗反射涂层,从而在环境和底层衬底之间产生分级的涂层。

[0077] 前面的装置和方法特别好地适合于将溶胶凝胶薄膜应用于玻璃上。在一个实施例中,有待涂覆的玻璃是太阳能面板的前(面向太阳)表面,并且溶胶凝胶薄膜是抗反射的涂层。光玻璃要么可通过固化装置涂覆和/或固化,或者是完全组装的太阳能面板或任何中间制造阶段的太阳能面板。在其它实施例中,该装置可用于涂覆和/或固化窗、建筑玻璃、显示器、透镜、镜子或其它电子仪器。

[0078] 这里所述的实施例很好地适合于执行各种其它步骤或这里陈述步骤的变化,并且按照不同于这里所描绘和/或所述的顺序来执行。

[0079] 应该懂得,整个说明书中对“一个实施例”或“某一实施例”的表述意味着结合实施例所述的特殊的特性、结构或特征包含在至少一个本公开的实施例中。因此,应强调并应该懂得在本说明书的各种部分中,两个或多个对“某一实施例”或“一个实施例”或“一个备选实施例”的引用不是对相同实施例的所有引用都是必要的。此外,在本公开的一个或多个实施例中可将特定的特性、结构或特征合适地组合起来。

[0080] 类似地,应该懂得在本公开的典型实施例的前面描述中,本公开的各种特征有时在单个实施例、附图或其描述中被分组在一起,以达到本公开流线化的目的,并有助于理解各种新颖方面的其中一个或多个方面。然而,本公开的方法不应理解为反映了所发明的发明公开需要超过各个权利要求所明确陈述的特征的意图。相反,如以下权利要求所反映的那样,本发明方面在于比单个前面公开的实施例的所有特征更少的特征。因而详细说明之后的权利要求因此明确地包含在本详细说明书中,其中各个权利要求本身就代表本公开的独立的实施例。

[0081] 虽然仅仅已经显示并描述了本发明的一些实施例,但是本领域中的技术人员应该明白,在没有脱离以下权利要求所述的本公开的精神和范围内可对其做出许多变化和修改。所有外国和本国的专利申请和专利以及所有这里参考的其它出版物都通过引用而在法律允许的范围内完整地结合在本文中。

[0082] 这里所述的方法和系统可部分地或整个地通过在处理器上执行计算机软件、程序代码和/或指令的机器来部署。本公开可作为一种方法实现于机器上,作为机器的一部分或与机器相关的系统或装置来实现,或者作为计算机程序产品来实现,计算机程序产品嵌入在一个或多个机器上所执行的计算机可读介质中。在实施例中,处理器可为服务器、云服

务器、客户机、网络基础架构、移动计算平台、固定计算平台或其它计算平台的一部分。处理器可为任何计算或处理装置,其能够执行程序指令、代码、二进制指令等等。该处理器可为或可包括信号处理器、数字处理器、嵌入式处理器、微处理器或任何变体,例如协同处理器(数学协同处理器、图形协同处理器、通信协同处理器等等)等等,其可直接或间接地促进存储在其上面的程序代码或程序指令的执行。另外,处理器可执行多个程序、线程和代码。线程可同时执行,以增强处理器的性能和促进应用的同时操作。作为实现方式,这里所述的方法、程序代码、程序指令等等可在一个或多个线程中实现。线程可产生其它线程,其可分配它们相关联的优先权;处理器可基于优先权或者基于程序代码中所提供的指令而任何其它顺序执行这些线程。处理器或利用处理器的任何机器可包括存储器,其如这里和其它地方所述储存方法、代码、指令和程序。处理器可通过接口存取存储介质,其如这里和其它地方所述可储存方法、代码和指令。与处理器相关联的用于储存能够被计算装置或处理装置执行的方法、程序、代码、程序指令或其它类型指令的存储介质可包括但不限于以下一种或多种:CDROM、DVD、存储器、硬盘驱动器、闪存驱动器、RAM、ROM、高速缓存等等。

[0083] 处理器可包括一个或多个核心,其可增强多处理器的速度和性能。在实施例中,处理器可为双核处理器、四核处理器、其它芯片级别多处理器等等,其组合了两个或多个独立的核心(被称为芯片)。

[0084] 这里所述的方法和系统可部分地或整个地通过机器来部署,其在服务器、客户机、防火墙、网关、集线器、路由器或其它这种计算机和/或网络硬件上执行计算机软件。软件程序可能与服务器相关联,其可包括文件服务器、打印服务器、域服务器、因特网服务器、内联网服务器、云服务器以及其它变体,例如辅助服务器、宿主服务器、分布式服务器等等。服务器可包括一个或多个存储器、处理器、计算机可读介质、存储介质、端口(物理的和虚拟的)、通信装置和接口,其能够通过有线或无线介质等等访问其它服务器、客户机、机器和装置。如这里和其它地方所述的方法、程序或代码可由服务器来执行。另外,用于执行本申请中所述方法的其它装置可被认为是与服务器相关联的基础架构的一部分。

[0085] 服务器可提供对其它装置的接口,包括但不限于客户机、其它服务器、打印机、数据库服务器、打印服务器、文件服务器、通信服务器、分布式服务器、社交网络等等。另外,这种联接和/或连接可有利于跨网络的程序远程执行。在不脱离本公开的范围,某些或所有这些装置的连网可有利于程序或方法在一个或多个位置的并行处理。另外,通过接口连接在服务器上的任何装置可包括至少一个能够储存方法、程序、代码和/或指令的存储介质。中央库可提供在不同装置上执行的程序指令。在这种实施方案中,远程库可用于程序代码、指令和程序的存储介质。

[0086] 软件程序可能与客户机相关联,其可包括文件客户机、打印客户机、域客户机、因特网客户机、内联网客户机以及其它变体,例如辅助客户机、宿主客户机、分布式客户机等等。客户机可包括一个或多个存储器、处理器、计算机可读介质、存储介质、端口(物理的和虚拟的)、通信装置和接口,其能够通过有线或无线介质等等访问其它客户机、服务器、机器和装置。如这里和其它地方所述的方法、程序或代码可由客户机来执行。另外,用于执行本申请中所述方法的其它装置可被认为是与客户机相关联的基础架构的一部分。

[0087] 客户机可提供对其它装置的接口,包括但不限于服务器、其它客户机、打印机、数据库服务器、打印服务器、文件服务器、通信服务器、分布式服务器等等。另外,这种联接

和 / 或连接可有利于跨网络的程序远程执行。在不脱离本公开的范围内,某些或所有这些装置的连网可有利于程序或方法在一个或多个位置的并行处理。另外,通过接口连接在客户机上的任何装置可包括至少一个能够储存方法、程序、应用、代码和 / 或指令的存储介质。中央库可提供在不同装置上执行的程序指令。在这种实施方案中,远程库可作用于程序代码、指令和程序的存储介质。

[0088] 这里所述的方法和系统可部分地或整个地通过网络基础架构进行部署。网络基础架构可包括元件,例如计算装置、服务器、路由器、集线器、防火墙、客户机、个人计算机、通信装置、路由装置以及本领域中已知的主动和被动装置、模块和 / 或部件。除了其它部件之外,与网络基础架构相关联的计算和 / 或非计算装置可包括存储介质,例如闪存、缓存、堆栈、RAM、ROM 等等。这里和其它地方所述的工艺、方法、程序代码、指令可执行通过一个或多个网络基础架构元件来执行。这里所述的方法和系统适合于供任何类型的私有、社区或混合云计算网络或云计算环境使用,包括涉及软件即服务 (SaaS)、平台即服务 (PaaS) 和 / 或基础架构即服务 (IaaS) 的特征。

[0089] 这里和其它地方所述的方法、程序代码和指令可在具有多个网元的蜂窝网络上执行。蜂窝网络可为频分多址 (FDMA) 网络或分码多址访问 (CDMA) 网络。蜂窝网络可包括移动装置、单元站点、基站、中继器、天线、塔等等。蜂窝网络可能 GSM、GPRS、3G、EVDO、或其它网络类型。

[0090] 这里和其它地方所述的方法、程序代码和指令可在移动装置上或通过移动装置来执行。移动装置可包括导航装置、蜂窝电话、移动电话、移动个人数字助理、膝上型电脑、掌上电脑、网络笔记本、页面程序、电子表册阅读器、音乐播放器等等。除了其它部件之外,这些装置可包括,存储介质,例如闪存、缓存、RAM、ROM 和一个或多个计算装置。与移动装置相关联的计算装置可被激活,以执行储存在其上面的程序代码、方法和指令。或者,移动装置可配置为与其它装置合作执行指令。移动装置可与基站通信,其与服务器接口并配置为用于执行程序代码。移动装置可与点对点网络、网状网络或其它通信网络通信。程序代码可储存在与服务器相关联的存储介质上,并通过嵌入在服务器中的计算装置来执行。基站可包括计算装置和存储介质。存储装置可储存程序代码和指令,其由基站相关联的计算装置来执行。

[0091] 计算机软件、程序代码和 / 或指令可在计算机可读介质上进行储存和 / 或存取,其可包括:保持数字数据的计算机部件、装置和记录介质,以用于某些时间间隔计算;被称为随机存取存储器 (RAM) 的半导体存储;通常用于更永久存储的大容量存储,例如光盘、磁形式的存储如硬盘、磁带、磁鼓、卡以及其它类型;处理器寄存器、高速缓冲存储器、易失性存储器、非易失性存储器;光存储例如 CD、DVD;可移除介质,例如闪存(例如 USB 棒或键)、软盘、磁带、纸带、穿孔卡、独立 RAM 盘、ZIP 驱动器、可移除大容量存储、离线存储等等;其它计算机存储器,例如动态存储器、静态存储器、读 / 写存储、易变存储、只读存储、随机存取存储、顺序存取存储、位置可寻址存储、文件可寻址存储、内容可寻址存储、网络连接存储、存储区域网络、条形码、磁性油墨等等。

[0092] 这里所述的方法和系统可将物理和 / 或无形的事物从一种状态转变成另一状态。这里所述的方法和系统可将代表物理和 / 或无形事物的数据从一种状态转变成另一状态。

[0093] 这里所述和所描绘的包括在遍及附图的流程图和方框图中的元件蕴涵元件之间

的逻辑边界。然而,根据软件或硬件工程实践,所描绘的元件和其功能可在具有处理器的机器上通过计算机可执行介质来实现,处理器能够执行储存在介质上作为单个软件结构、作为独立软件模块或作为采用外部程序、代码、服务等模块或任何这些组合的程序指令,并且所有这种实施方式可在本公开的范围之内。这种机器的示例可包括,但不局限于个人数字助理、膝上型电脑、个人计算机、移动电话、其它手持计算装置、医疗设备、有线或无线通信装置、传感器、芯片、计算器、卫星、平板 PC、电子表册、小配件、电子装置、具有人工智能的装置、计算装置、网络设备、服务器、路由器等等。此外,流程图和方框图中所描绘的元件或任何其它逻辑部件可在能够执行程序指令的机器上实现。因而,虽然前面的附图和说明陈述了所公开的系统的功能方面,但是除非从上下文中明确陈述或清楚指出,否则从这些说明中不应推断用于实现这些功能方面的软件的特殊布置。类似地,应该懂得,上面标识和描述的各种步骤可变化,而且步骤顺序可适合于这里公开的具体的技术应用。所有这种变化和修改都意图落在本公开的范围之内。因此,各种步骤的顺序的描绘和 / 或描述不应理解为需要对那些步骤执行特殊的顺序,除非特殊的应用需要,或者在上下文中明确陈述或清楚指出。

[0094] 上述的方法和 / 或工艺以及与之相关联的步骤可以适合于具体应用的硬件、软件或硬件和软件的任何组合来实现。硬件可包括通用计算机和 / 或专用计算装置或特定计算装置或特定计算装置的特殊方面或部件。该工艺可在一个或多个微处理器、微型控制器、嵌入式微型控制器、可编程数字信号处理器或其它可编程装置中与内部和 / 或外部存储器一起来实现。该工艺还可或替代地体现在专用集成电路、可编程门阵列、可编程逻辑阵列或任何其它装置或装置组合中,其可配置为用于处理电子信号。还应该懂得,其中一个或多个工艺可作为计算机可执行代码来实现,其能够在机器可读介质上执行。

[0095] 计算机可执行代码可利用结构化编程语言例如 C、面向对象的编程语言例如 C++ 或任何其它或低级编程语言 (包括汇编语言、硬件描述语言和数据库编程语言和技术) 来创建,其可存储、编译或翻译以运行在其中一个上述装置以及异构处理器组合、处理器架构、或不同硬件和软件的组合、或任何其它能够执行程序指令的机器上。

[0096] 因而,一方面,上述方法和其组合可体现在计算机可执行代码中,当在一个或多个计算装置上执行时,其将执行其步骤。另一方面,该方法可体现在执行其步骤的系统中,并且可以许多方式跨装置分布,或者所有功能可集成到专用的独立装置或其它硬件中。另一方面,用于执行与上述工艺相关联的步骤的装置可包括上述任何硬件和 / 或软件。所有这种排列组合意图落在本公开的范围之内。

[0097] 虽然本公开已经结合详细显示并描述的优选实施例而进行了公开,但是其各种修改和改进对于本领域中的技术人员将变得很容易理解。因此,本公开的精神和范围不会受到前述示例的限制,而是按照法律允许的最广泛的意义进行理解。

[0098] 在描述本公开的上下文中 (尤其在以下权利要求的上下文中),除非这里明确指出或上下文抵触,否则词语“一”、“一个”和“这个”等相似引述的使用应理解为覆盖了单数和复数。除非注明,否则词语“包括”、“具有”、“包含”和“容纳”应理解为开放性的词语 (即,意味着“包括但不局限于”)。除非这里指明,否则值的范围的列举在这里仅仅意图用作单独引用落在范围内的各个独立值的速记方法,并且各个单独的值包含在本说明书中,就如其在本文中单独进行单独陈述一样。除非这里明确指出或上下文抵触,否则这里所述的所

有方法可按照任何合适的顺序来执行。除非申明, 否则这里提供任何和所有示例或举例语句(即“例如”)的使用仅仅意图更好地展示本公开, 而并不对本公开的范围施以限制。说明书中没有语句应被认为指示了实践本公开所必须的任何非申明权利要求的元件。

[0099] 虽然前面书面描述可使本领域中的普通技术人员制作和使用被认为是其目前最佳模式的实施例, 但是普通技术人员应该懂得和理解这里特定实施例、方法和示例的变化、组合和等效物的存在。本公开因此不应受到上面所述实施例、方法和示例的限制, 而应受到本公开精神和范围内的所有实施例和方法的限制。

[0100] 这里引用的所有文献都通过引用而结合在本文中。

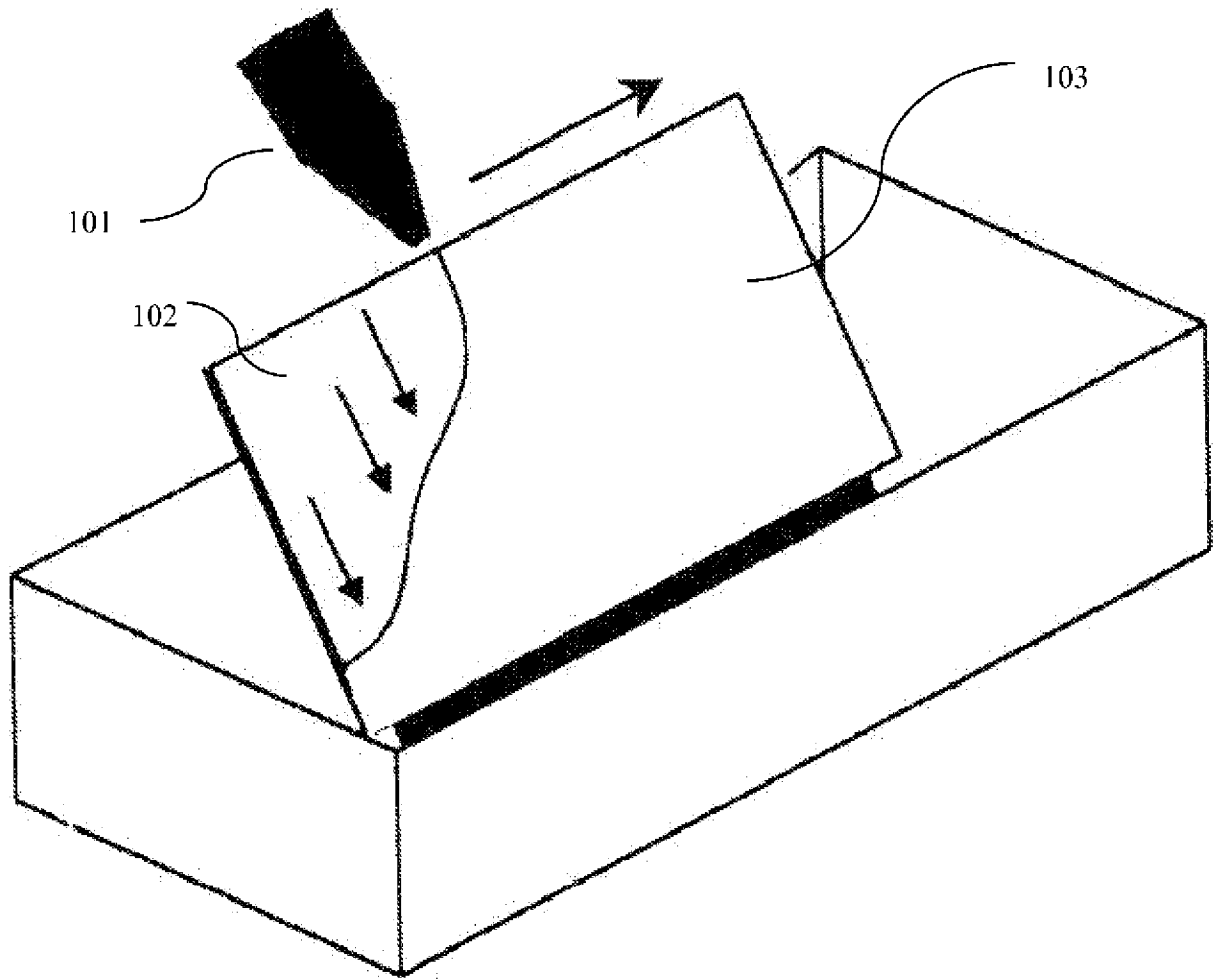


图 1

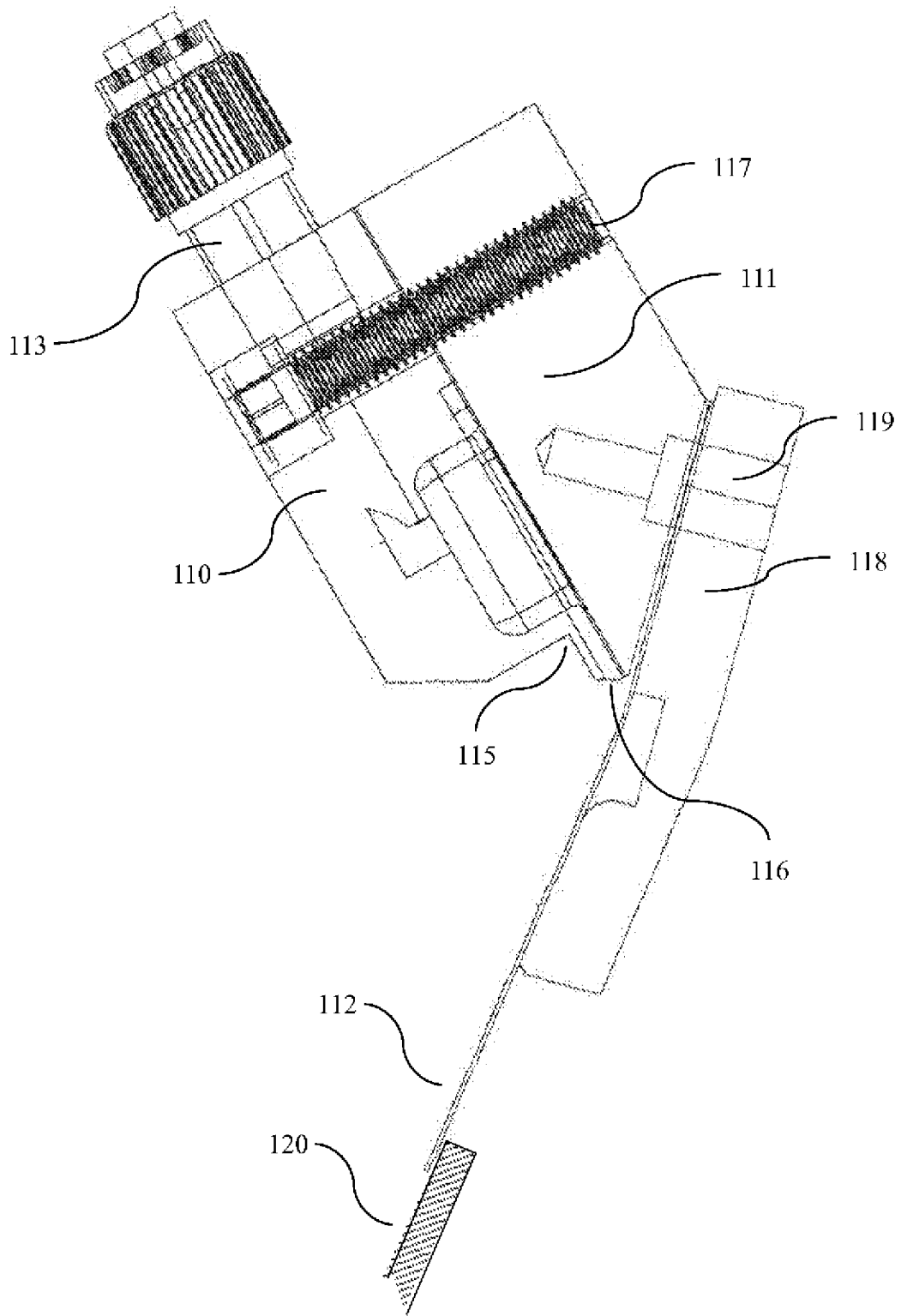


图 2

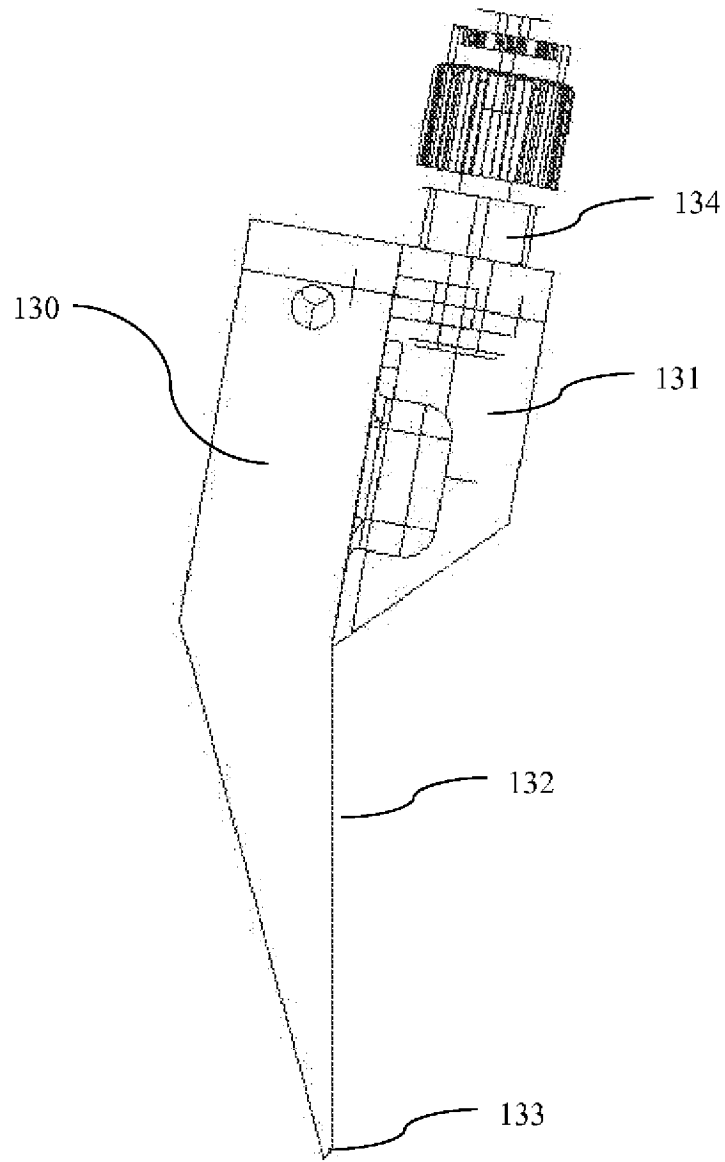


图 3

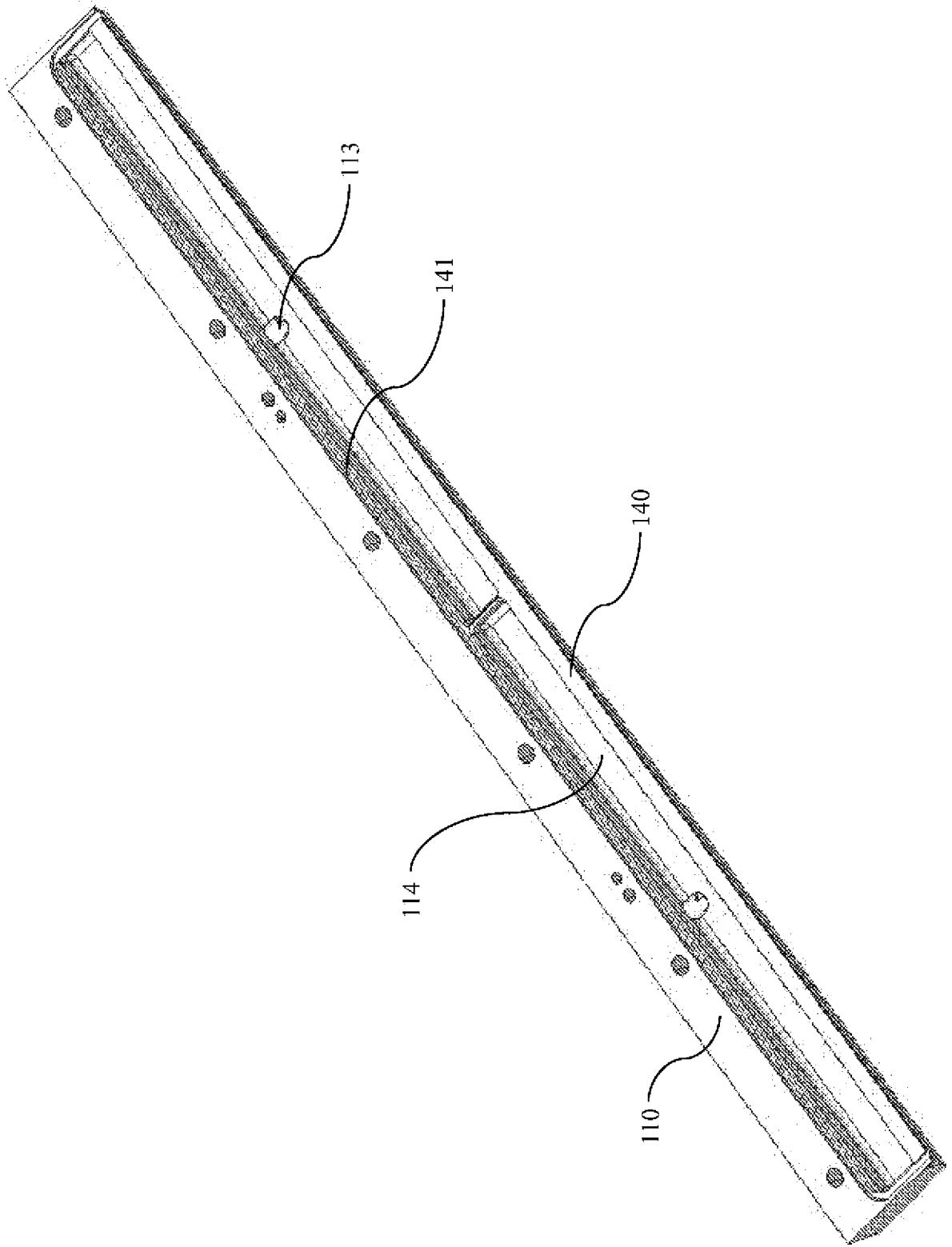


图 4

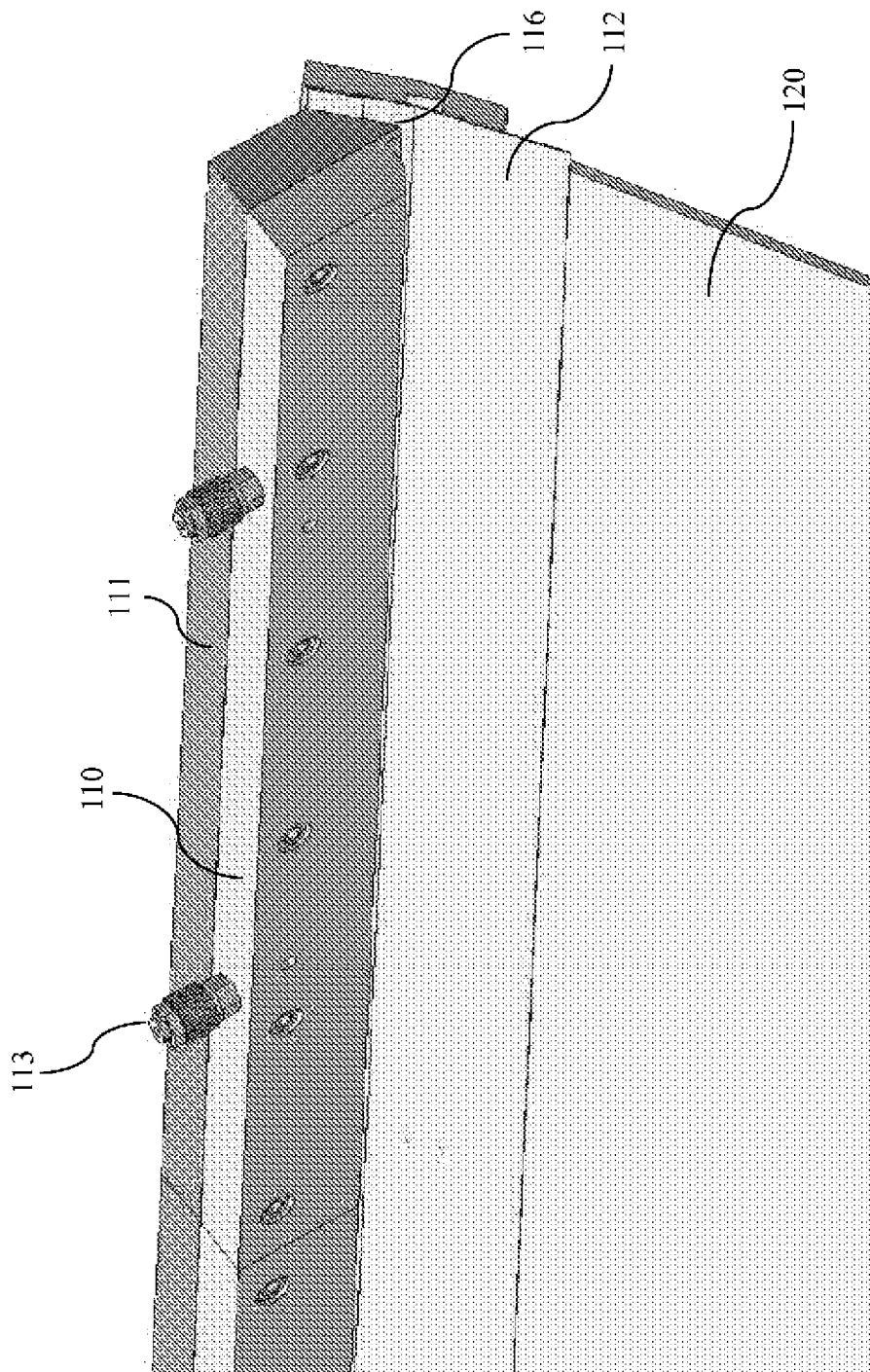


图 5

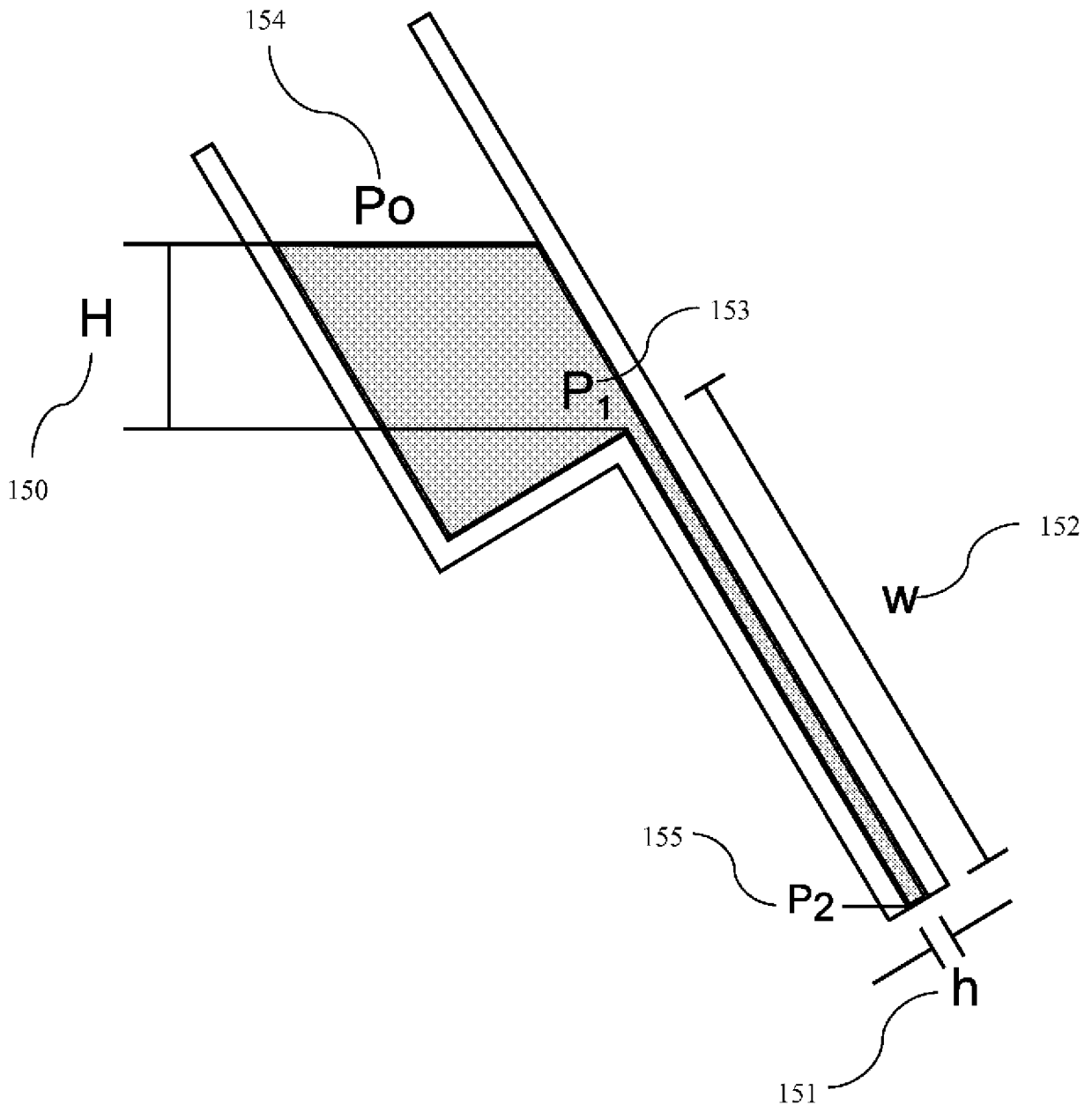


图 6

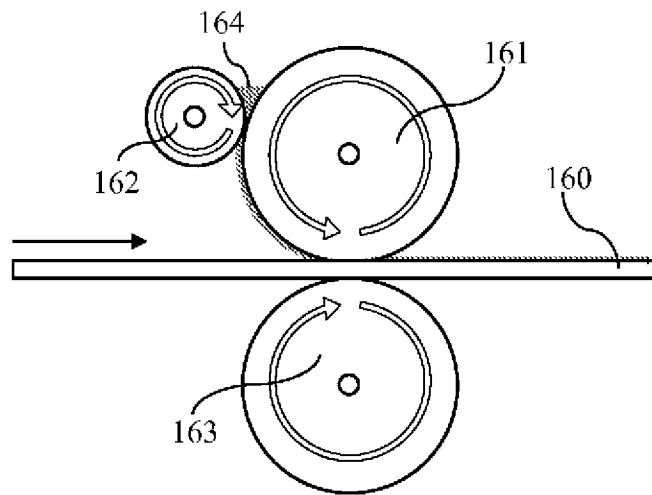


图 7a

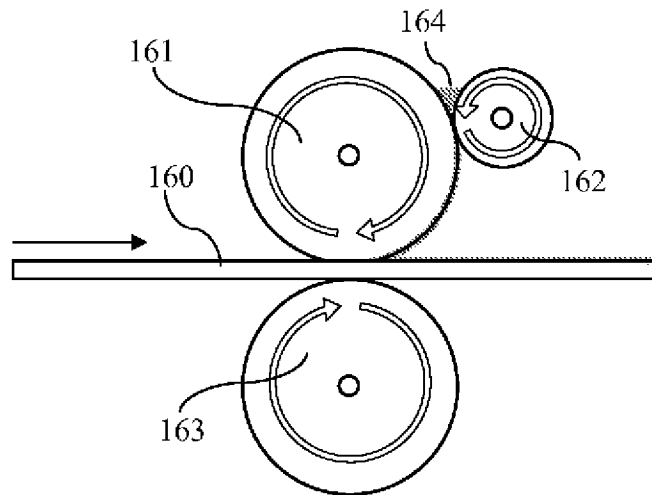


图 7b

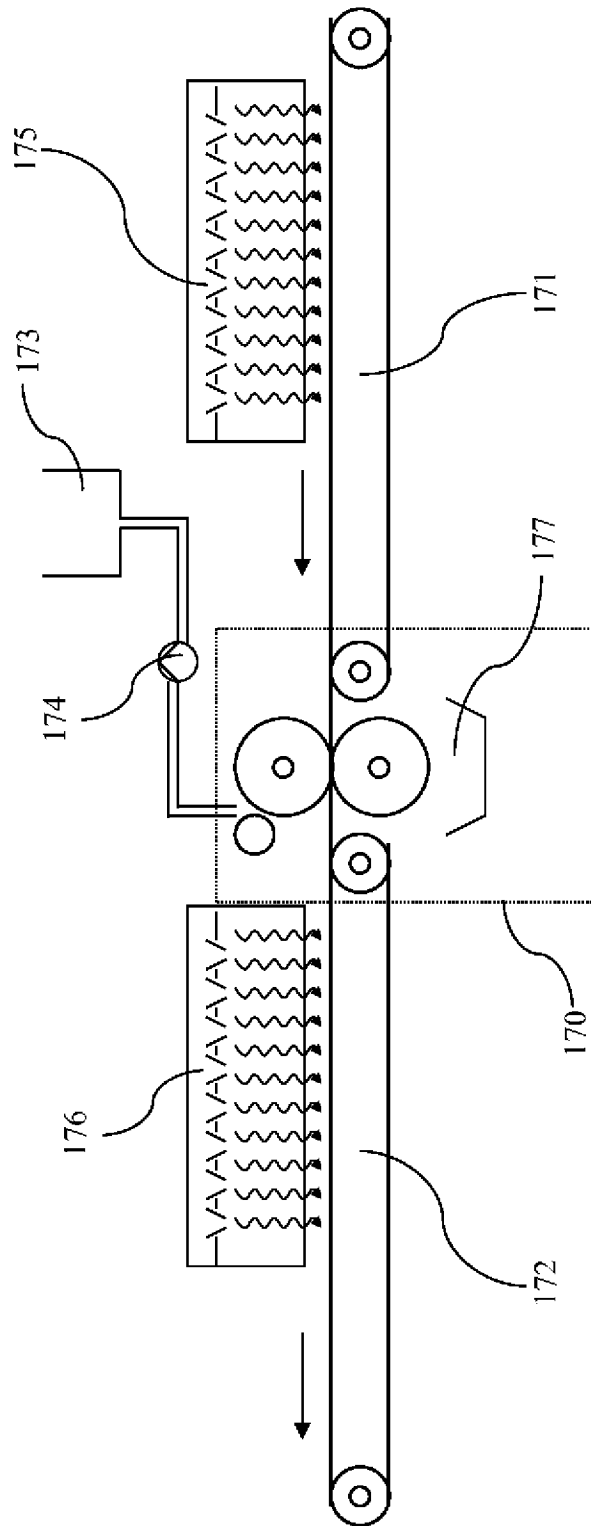


图 8

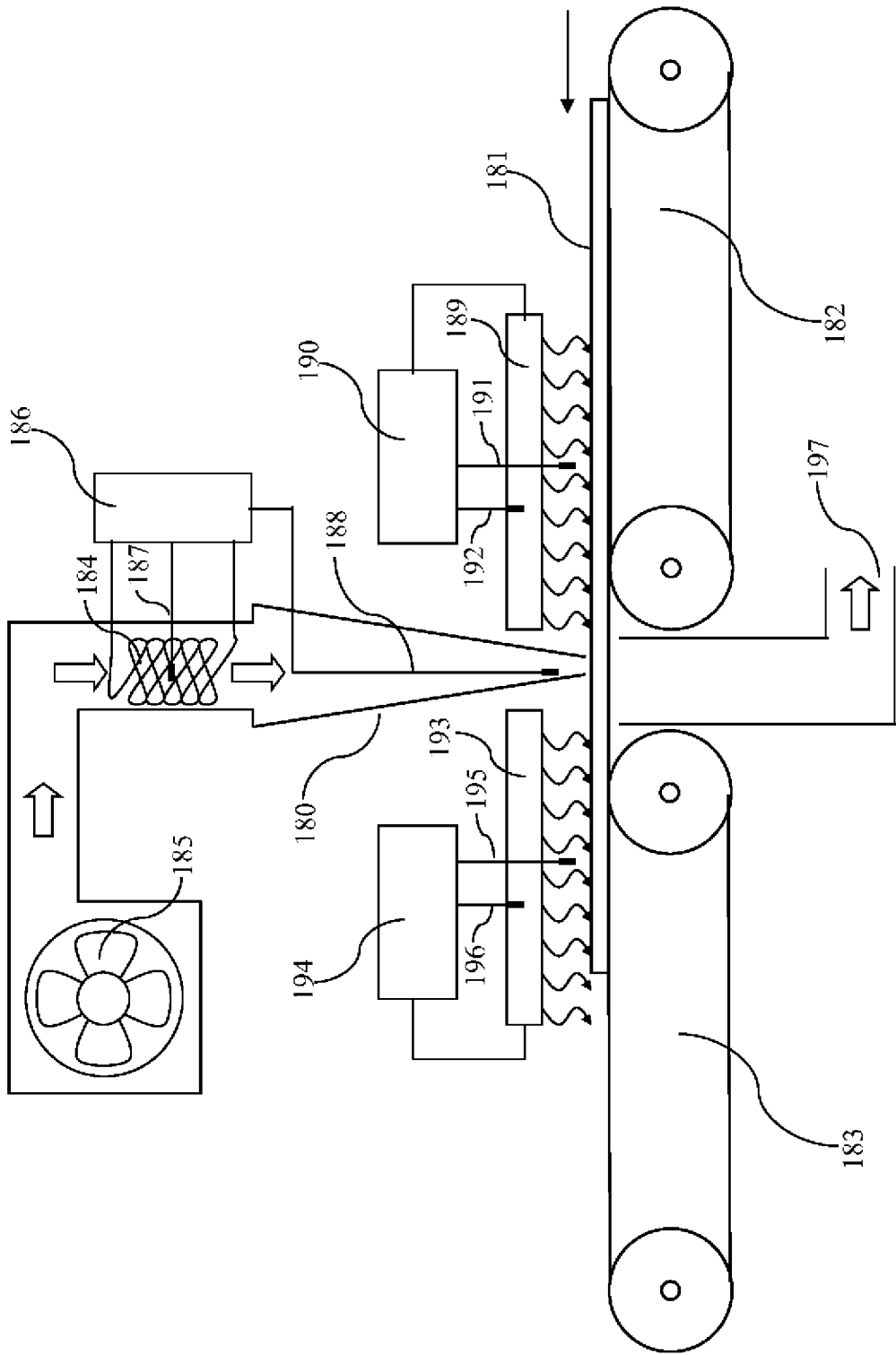


图 9

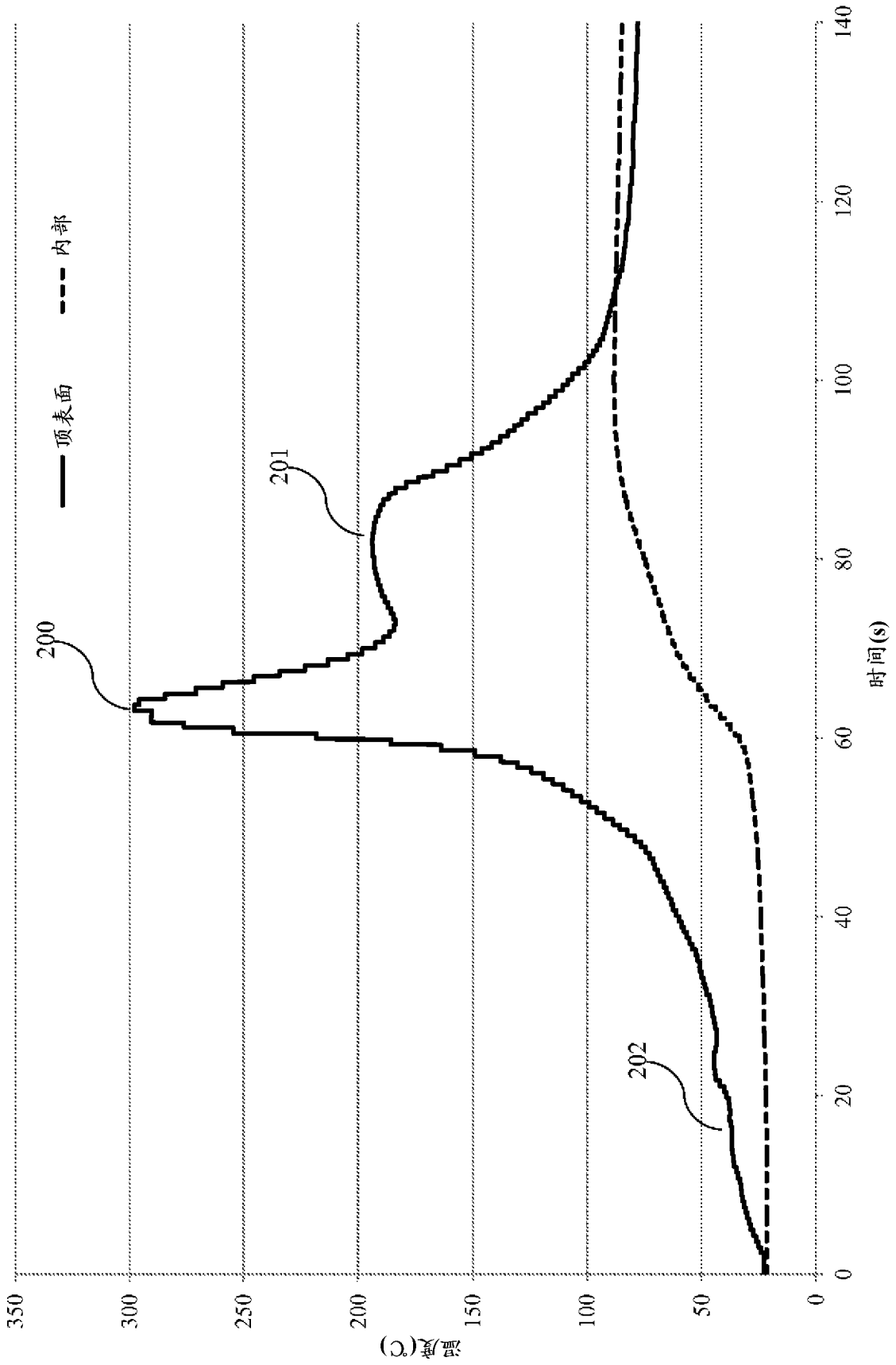


图 10

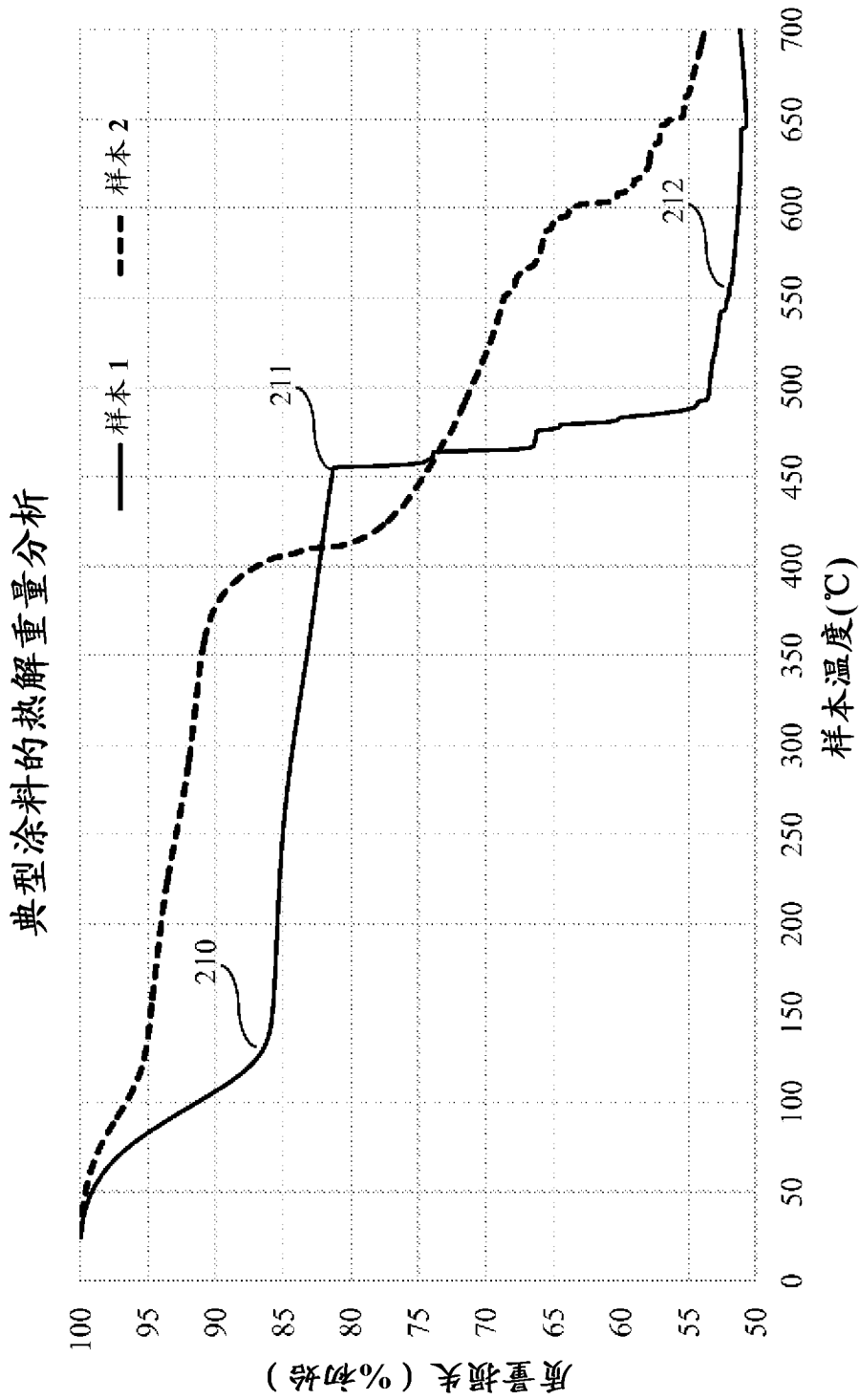


图 11

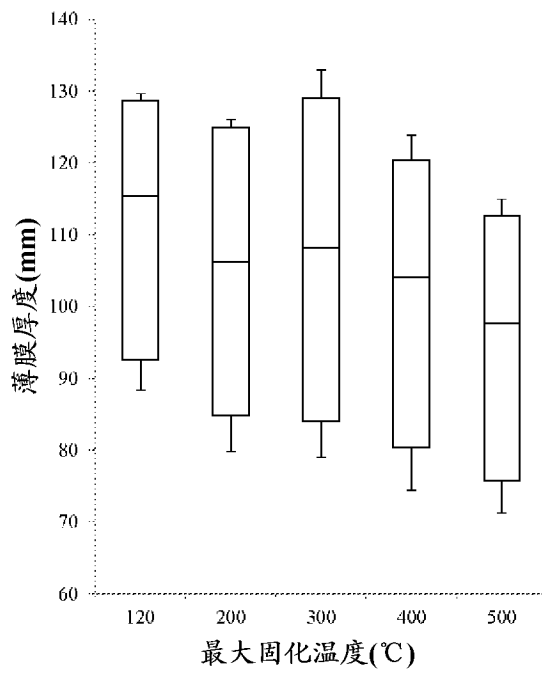


图 12a

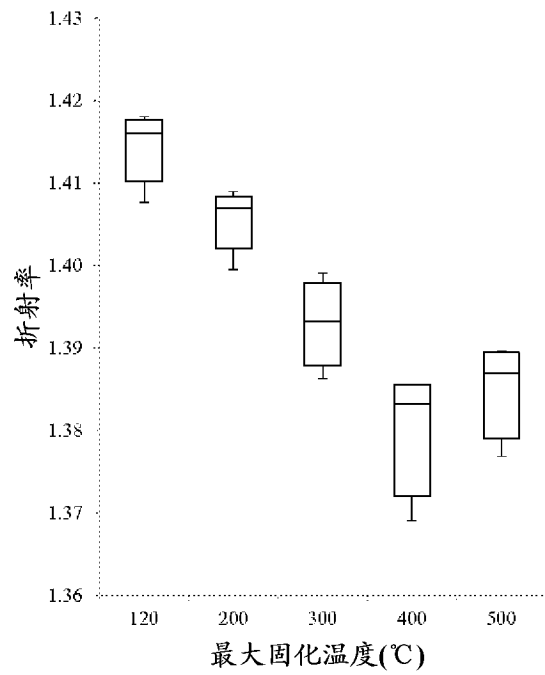


图 12b

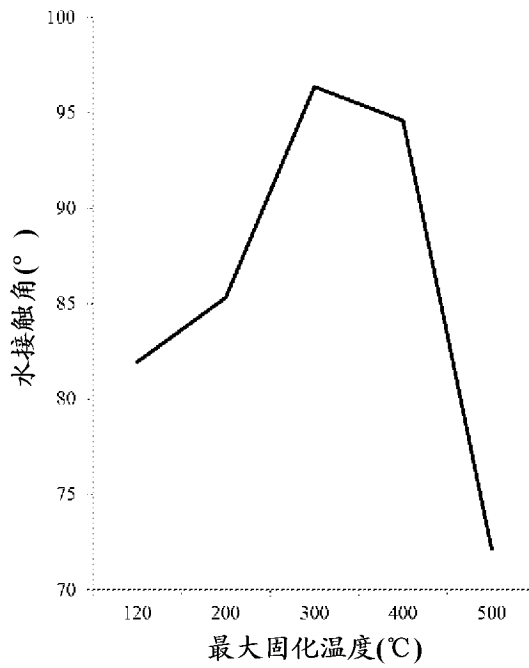


图 12c

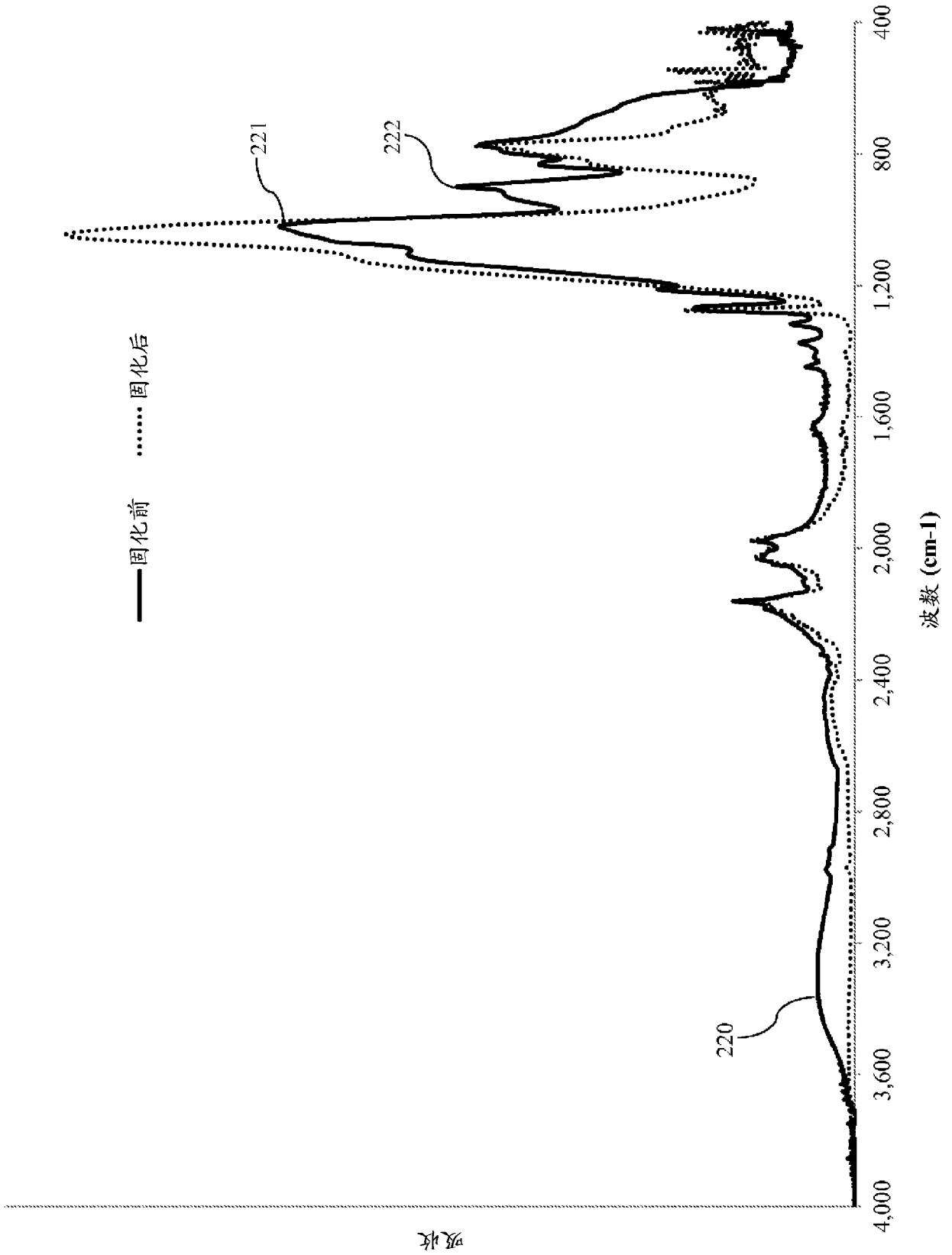


图 13

1. 一种涂覆和固化装置,包括:

组合式辊涂和固化设备的传送器系统,其中所述组合式辊涂和固化设备包括至少一个辊涂设备,其后是至少一个固化设备,所述至少一个辊涂设备包括刮刀辊和施料辊,并且其中所述传送器系统适合于运输基本平整的衬底首先穿过所述辊涂设备,之后穿过所述固化设备;

用于所述组合式辊涂和固化设备的溶胶凝胶涂层的源,所述源包括所述辊涂设备的刮刀辊和施料辊之间的用于溶胶凝胶涂料的储槽的空间,所述储槽与所述刮刀辊和所述施料辊保持流体连通;

处理器,其控制所述至少一个辊涂设备的工艺参数;和

所述至少一个固化设备的气刀,其中当所述平整衬底被运输穿过所述至少一个固化设备时,所述气刀适合于将被加热的空气流引导至所述平整衬底的一部分上,

其中所述至少一个辊涂设备适合于对所述基本平整的衬底涂覆连续的溶胶凝胶涂料膜,并且其中所述气刀适合于固化连续的溶胶凝胶涂料,同时所述基本平整的衬底的内部保持在比来自所述气刀的空气的温度显著更低的温度下。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述传送器系统配置为用于对太阳能模块涂覆。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括设置在被加热的空气流中的电气元件,以便加热流过所述气刀的空气。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述空气被加热至大约300°C至1000°C之间的温度。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括在被加热的空气流中的风扇,其引导空气穿过电气元件加热器而流向所述气刀。

6. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括电子控制器,其基于来自至少一个定位在被加热的空气流中的温度传感器的读数而控制被加热的空气流的温度。

7. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括排气装置,以便从所述装置中除去被加热的空气。

8. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括连接在所述气刀的前缘上的平整板,其中所述平整板适合于与所述基本平整的衬底的顶表面形成预热室。

9. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括沿着所述传送器系统作为所述固化设备的一部分而设置在所述气刀之前的红外线发射器,其中所述红外线发射器适合于将所述基本平整的衬底加热至25°C至200°C之间的温度。

10. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括沿着所述传送器系统而设置在所述气刀之后的红外线发射器,其中所述红外线发射器适合于将所述平整的衬底保持在120°C至400°C之间的温度。

11. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述工艺参数包括至少以下其中一个:
i. 刮刀辊间距;ii. 给施料辊的压力、相对于所述基本平整的衬底所采用的施料辊间距或压力、通过所述传送器系统运输所述基本平整的衬底的速度、以及在反向辊涂的情况下,在所述基本平整的衬底和所述施料辊的施料表面之间的速度差异。

12. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述处理器进一步控制所述固化设备的

工艺参数。

13. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,按顺序设置了多个辊涂设备和固化设备。

14. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,离开所述气刀的空气温度在大约 500°C 至 750°C 之间。

15. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述传送器系统通过所述处理器配置为用于以 0.25cm/s 至 3.5cm/s 之间的速度运输所述基本平整的衬底。

16. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述固化设备配置为用于将所述基本平整的衬底的表面保持在 150°C 至 600°C 之间,而内部温度不超过 100°C -120°C。